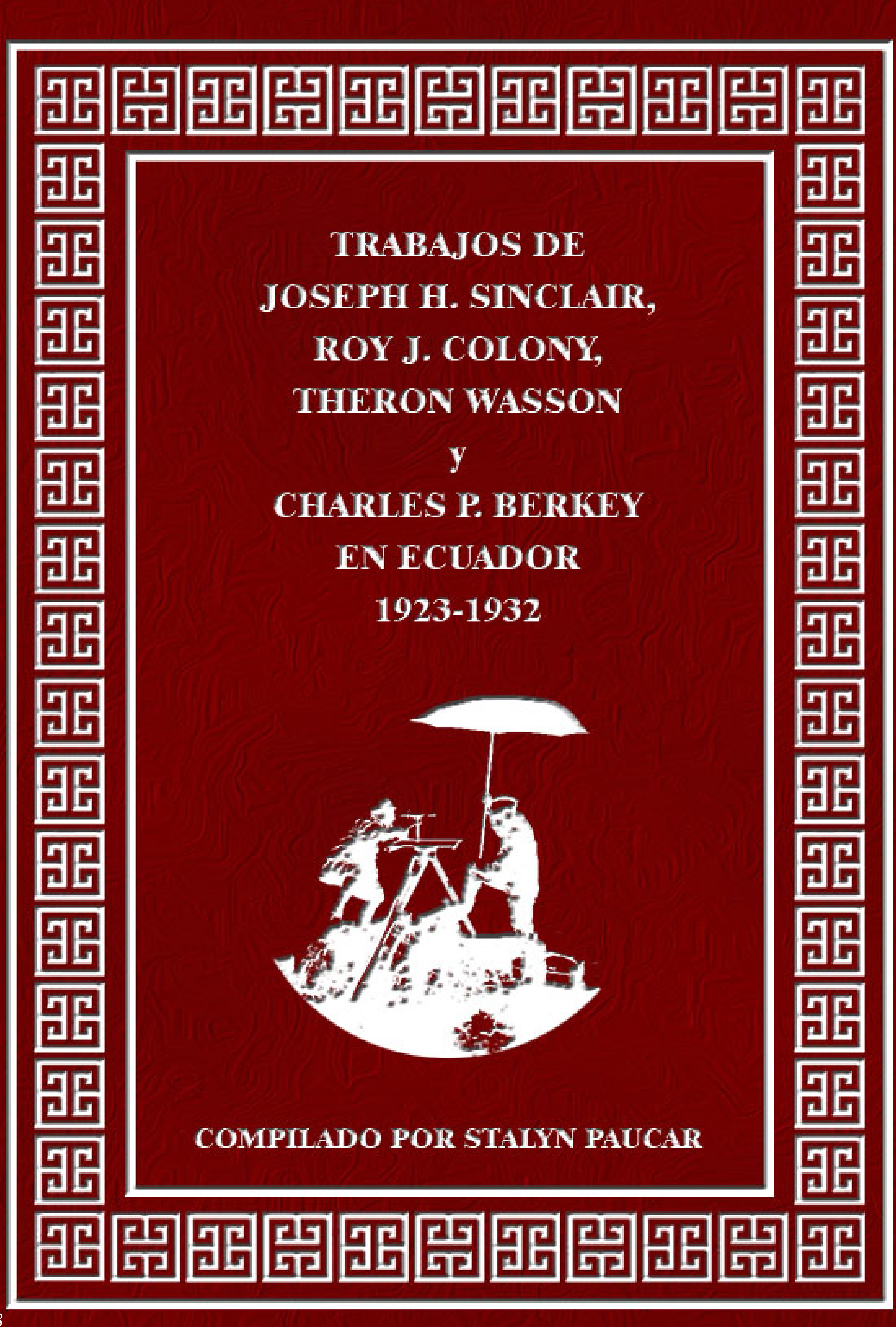

TRABAJOS DE
JOSEPH H. SINCLAIR,
ROY J. COLONY,
THERON WASSON
y
CHARLES P. BERKEY
EN ECUADOR
1923-1932
COMPILADO POR STALYN PAUCAR

β

COMPILACIÓN DE LOS TRABAJOS DE

JOSEPH H. SINCLAIR,

ROY J. COLONY,

THERON WASSON

y

CHARLES P. BERKEY

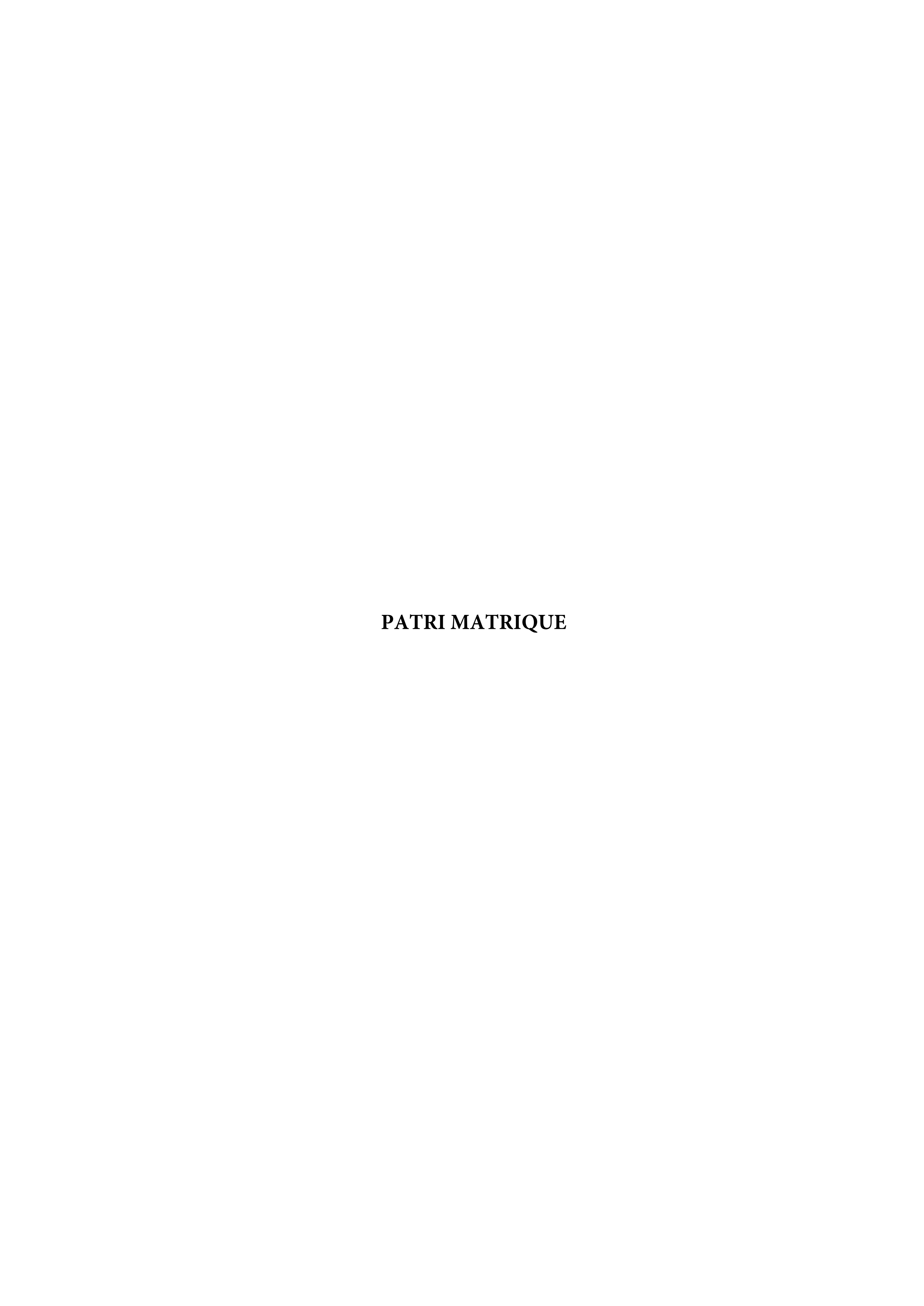
EN ECUADOR

1923-1932

por

STALYN PAUCAR

Quito, 16 de Julio de 2022



PATRI MATRIQUE

CONTENIDO

Otros aún no incluidos

Sinclair Joseph H. (1924) Un viaggio nelle regioni dell'Ecuador del geologo Joseph H. Sinclair. [Un viaje a la región del Ecuador del geólogo Joseph H. Sinclair]. *Illustraciones y Mapa.*

Sinclair Joseph H. (1928) Geología de la región Oriental del Ecuador. *An. Univ. Cent. Ecuador*, Vol. 40, No. 264, pp. 241- 281.

[American Geographical Society, April 1923, Vol. 13, No. 12, pp. 190-210]

EXPLORACIONES

EN EL

ESTE DEL ECUADOR

por

JOSEPH H. SINCLAIR

y

THERON WASSON

Traducción al español por Stalyn Paucar

Referencia bibliográfica

SINCLAIR JOSEPH H. y WASSON THERON (1923) Explorations in Eastern Ecuador [Exploraciones en el este del Ecuador]. American Geographical Society, April 1923, Vol. 13, No. 12, pp. 190-210. En Paucar Stalyn (2022) Compilación de los trabajos de Joseph H. Sinclair, Roy J. Colony, Theron Wasson y Charles P. Berkey en Ecuador, 1923-1932, Quito, pp. 1-26.

CONTENIDO

Tablas

Figuras

Mapa

INTRODUCCIÓN

En la segunda mitad de 1921 los autores fueron contratados para explorar una extensión de 9600 millas cuadradas en la parte del Ecuador que se encuentra al este de los Andes, para determinar las posibilidades de una eventual producción de petróleo. El área estaba bajo concesión de Leonard Exploration Company de New York, por medio de la cual ha sido posible esta publicación.

El área es de alrededor de un quinto del Estado de Pensilvania. Nada se conoce de su geología, no existían mapas, hay algunos caminos lodosos, y sólo se tiene un poco de conocimiento acerca de las condiciones climáticas. Durante cuatro meses realizamos una travesía por la selva a pie y en canoa. Nuestra ruta, incluyendo los retrocesos, suma aproximadamente 625 millas desde el punto de partida en el fin de la vía férrea, Pelileo, hasta nuestro regreso a Riobamba.

EL VIAJE AL ORIENTE

La ruta más conveniente desde las altas tierras andinas hacia la región oriental del Ecuador, llamada Oriente, es desde la vía férrea, de Guayaquil y Quito, en Ambato y descender al Río Pastaza. Primero tomamos la ferrovía, conocida como Ferrocarril al Curaray, desde Ambato hasta Pelileo. Casi 70 millas, de las 180 propuestas, han sido estudiadas; la vía férrea sigue sólo hasta Pelileo, 21 millas al este de Ambato. Desde este punto, el 11 de agosto, nos montamos en caballo y procedimos hacia Baños, situado dos millas abajo de la confluencia de los Ríos Chambo y Patate que forman el Pastaza, en la base del gran volcán Tungurahua. Baños se encuentra exactamente a 30 millas al este de Ambato. Es un pueblo de aproximadamente 50 casas con algunos cientos de habitantes. Se encuentra a 6014 pies sobre el nivel del mar y justo por encima de los límites de la selva amazónica. Baños debe su nombre a las aguas termales ubicadas a media milla del pueblo. Casi cinco millas hacia abajo, el Pastaza pasa sobre las famosas Cascadas Agoyán, de 198 pies de alto. Los picos nevados y glaciares de la divisoria de aguas constantemente aportan agua, se ha estimado[1] que se puede obtener 200000 caballos de fuerza. Continuando a caballo, bajando por las cascadas, viajamos por un camino marcado por acantilados de esquisto y gneis, 1000 pies sobre el río, desde cuya altura parecía existir un estruendoso torrente de 200 pies de ancho. Aquí y allá en las partes altas del valle existen valles colgantes por los que otros cauces entran en cascada al Pastaza. En conjunto es el valle más salvaje que se pueda imaginar.

Descendiendo varias millas a partir de Baños entramos a la selva amazónica. Cruzamos el Río Verde por un puente, el Machay por un peligroso vado. En la Quebrada San Francisco, 42 millas al este de Ambato, notamos rocas sedimentarias por primera vez. Rocas similares fueron vistas en el Río Topo, 50 millas al este de Ambato, donde se construyó un puente. No muy lejos del Topo abandonamos a los caballos y continuamos el viaje a pie. En Mera, 55 millas al este de Ambato, a una elevación de 3800 pies, el Pastaza emerge de su gran cañón. El pueblo consiste en una hilera de 10 casas. Se encuentra en el cinturón de máxima precipitación.

[1] Moore C. H. (1914) Railway Construction in Ecuador, just South of the Equator [Construcción de la vía férrea en Ecuador, inmediatamente al sur del ecuador.], *Engineering News*, May 14, 1914, New York, pp. 1053-1057.

TRAVESÍA AL RÍO ANZU

En Mera nuestra investigación comenzó porque pudimos vincular nuestra travesía a la investigación del Ferrocarril al Curaray, la cual seguía desde la vía férrea Guayaquil y Quito en Ambato. Nuestro método fue el siguiente. Usamos una cinta de lino de 300 pies de longitud tratada con parafina y empleamos los métodos del Servicio Geológico de los Estados Unidos, orientando la plancheta (*traverse board*) con la aguja magnética y luego observando a quien se encontrase en la punta de la cinta, tomando elevaciones en cada marca de la cinta con el barómetro aneroide. La plancheta era revisada en puntos de control con observaciones de latitud realizadas en estrellas utilizando un tránsito preciso. En conexión con las observaciones de latitud, se estableció el verdadero meridiano en varios puntos usando el tránsito en estrellas circumpolares o cálculos de observaciones solares. La aguja de la brújula fue leída en el meridiano establecido. Un preciso tránsito Buff con una aguja de cinco pulgadas fue usado para este trabajo.

Desde Mera seguimos la ruta de Puyo a través del Río Pindo Chico y, dejándola cerca de Puyo, continuamos hacia el noreste por la selva hacia el Río Anzu. En el punto donde alcanzamos por vez primera al Río Anzu éste tiene 160 pies de ancho, fluyendo en un lecho de grandes bloques de granito. Es muy rápido y nos llegaba casi hasta la cintura, con sus características aguas cristalinas de las montañas a las que Spruce[2] hace referencia. Continuamos por el lecho hasta Embarcadero, 1780 pies de elevación, lugar principal de la navegación por canoa, habiendo cruzado 36 millas por la selva desde Mera sin haber visto algún asentamiento de Indios. Llegamos a Embarcadero en Agosto 29 y descendimos por canoa 12 millas al pueblo de Napo por el Río Napo. En los mapas anteriores el Río Anzu era mostrado como un pequeño tributario del Napo, fluyendo hacia este último desde el oeste. Nuestra investigación demostró que es un río más grande y largo que fluye paralelo a la cadena Andina desde el sur hacia el Napo.

El ancho del valle del Río Napo en Napo casi coincide con el ancho del cauce, existe una pequeña colina en el banco sur y sólo una pequeña planicie de inundación en el banco norte desde la cual el ascenso hacia las tierras altas es pronunciado. Napo se encuentra en esta angosta planicie del banco norte del río, a una elevación de 1680 pies sobre el nivel del mar.

EL ASENTAMIENTO NAPO

Desde la cima del cerro despejado en el banco sur del río observamos al oeste una extensión de colinas boscosas con una elevación promedio de 2000 pies sobre el nivel del mar. Éstas se levantan gradualmente hacia el oeste hasta casi 4000 pies donde el muro de los Andes las corta. En un día despejado se puede observar la nevada cadena Andina desde el Antisana en el norte hasta el gran cono volcánico Sangay en el sur, una distancia de 120 millas.

[2] Spruce Richard (1908) Notes of a Botanist on the Amazon and Andes [Notas de un Botánico en la Amazonía y los Andes], London, 1908; referencia en Vol. 2, p. 146.

En el momento de nuestra visita el asentamiento de Napo estaba conformado por tres o cuatro familias blancas hispanoparlantes quienes tienen granjas de algunos acres en el banco norte del río en donde crían a su ganado y caballos y, cultivan algunos productos agrícolas como la yuca, plátano, maíz y caña de azúcar, lo suficiente para sus necesidades. Entre estas familias se encuentra la del Sr. Manuel Rivadeneyra, quien fue nuestro guía. Gran parte del éxito de la expedición se debe a su conocimiento de la zona y su habilidad para contratar a Indios cargadores. En Napo, al igual que en otros asentamientos del Ecuador oriental, no existen Indios residentes excepto como sirvientes y peones de las familias blancas. Ellos viven en los pequeños claros, escondidos en la selva a lo largo de cauces donde cultivan yuca y plátano, pescan, y también batean oro de las gravas a lo largo del lecho del río. Cada familia blanca tiene cierto número de Indios cuyo oro es intercambiado por telas y otros bienes obtenidos de Quito, un viaje de 8 días hacía el norte por un difícil camino. Encontramos que las familias en Napo son notablemente inteligentes, fuertes y saludables; pero, como en el caso de todos los colonos, forzados a depender de ellos mismos en todas las emergencias. Los niños se educan en casa, no hay doctores ni curas en la región.

Las condiciones climáticas de Napo son muy saludables. Las lecturas de temperatura, tomadas durante nuestra visita desde Agosto 29 a Septiembre 23, 1921, tienen una temperatura a la sombra (*shade temperature*) promedio de 77°F. El máximo registrado es de 82°, y el mínimo en el día es de 66°. Sin embargo, en la noche, especialmente cuando llueve, es mucho más frío, y siempre se requiere cobijas para dormir. No observamos mosquitos, pero si algunos otros insectos. Los residentes dicen que no hay malaria. Napo no está sujeto a excesivas lluvias como los pueblos de Mera en la base de los Andes. Los residentes también nos han indicado que las lluvias son mayores en otros meses del año, lo que indicaría una temperatura más fría en aquellos meses.

Pasamos 12 días en Napo preparándonos para nuestro viaje río abajo, midiendo la longitud, latitud, y azimut, y recolectando fósiles.

INVESTIGACIÓN DEL RÍO NAPO DESDE NAPO AL RÍO COCA

En Septiembre 5, con dos canoas, empezamos un trazado taquimétrico (*stadia traverse*) río abajo del Napo. Usamos una varilla de 16 pies de largo, sus divisiones en pies estaban pintadas en blanco y negro de forma alternada, y una plancheta Gurley de 15 pulgadas con una alidada telescópica, con la cual obtuvimos vistas de 3200 pies de largo usando la mitad del intervalo del taquímetro (*stadia*). Por 90 millas abajo de Napo el río se caracteriza por numerosos bancos de grava de modo que no tuvimos dificultades para encontrar estaciones para la varilla y los instrumentos.

TABLA I – LECTURAS DE TEMPERATURA EN NAPO (1850 PIES), 1921

Día	Hora	Temperatura (° F)	
Aug. 29	6:00 P.M.	78.2	aguaceros
Aug. 30	9:30 A.M.	77.7	despejado
	medio día	78.6	despejado
Aug. 31	8:00 A.M.	79.7	lluvias
	medio día	79.7	lluvias
	8:30 P.M.	79.3	lluvias
Sept. 1	8:00 A.M.	73.4	lluvias
	7:30 P.M.	66.2	lluvias
Sept. 2	11:00 A.M.	78.5	despejado
	6:00 P.M.	77.8	despejado
Sept. 3	8:00 P.M.	75.5	despejado
Sept. 4	6:00 A.M.	78.0	despejado
Sept. 21	8:00 P.M.	78.0	despejado
Sept. 22	6:30 A.M.	73.0	despejado
Sept. 23	9:00 A.M.	73.9	despejado
?	7:00 A.M.	72.0	nublado ?
	6:30 A.M.	68	nublado
	7:20 A.M.	72	nublado
	6:30 P.M.	77	nublado
	9:00 A.M.	75	despejado
	11:00 A.M.	78	despejado
	11:30 A.M.	80	despejado
	2:30 P.M.	82	despejado
	3:30 P.M.	80	despejado
	7:30 P.M.	78	despejado
	8:30 P.M.	76	despejado

El primer asentamiento de gente blanca abajo de Napo es el de Remolino de Latas, casi cinco millas río abajo, donde viven una o dos familias. Próximo a este punto el río corta a través del contacto de calizas y lutitas con los suprayacentes flujos y arcillas rojas, por el resto de su curso hasta la desembocadura del río Coca, a través de las capas rojas y el aluvial. Las planicies a lo largo del río aquí y en muchas otras partes consisten en gravas de 9 a 15 pies de espesor sobre las arcillas de las capas rojas. En algunos sitios el sindicato italiano para el dragado de oro ha realizado solicitudes de operación, pero durante nuestra visita no llegó maquinaria alguna. Los siguientes tres asentamientos abajo de Remolino de Latas son: Venecia, 7 millas abajo de Napo en el banco izquierdo; una finca en el banco izquierdo del río 11 millas abajo de Napo; y una finca de ganado de Umberto Garcías 17 millas abajo de Napo. La última mencionada es de 290 acres de pastizales en el banco izquierdo y 125 acres en el banco derecho, la casa grande de la finca se encuentra en una hermosa ubicación en el banco izquierdo. Nos dijeron que el propietario tiene 500 cabezas de ganado, su mercado se encuentra muy al este en el Río Aguarico, un tributario del Napo inferior.

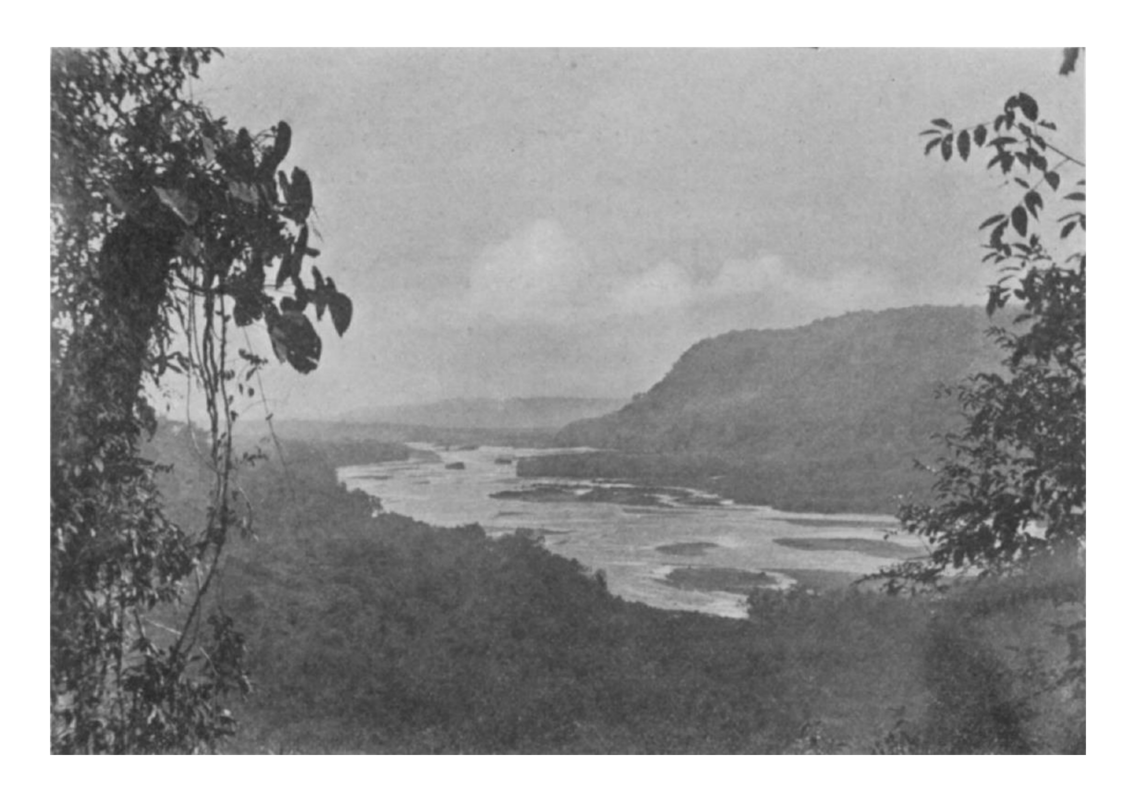


Fig. 1 – El Río Pastaza en Mera, 3800 pies sobre el nivel del mar, donde emerge del cañón Andino.

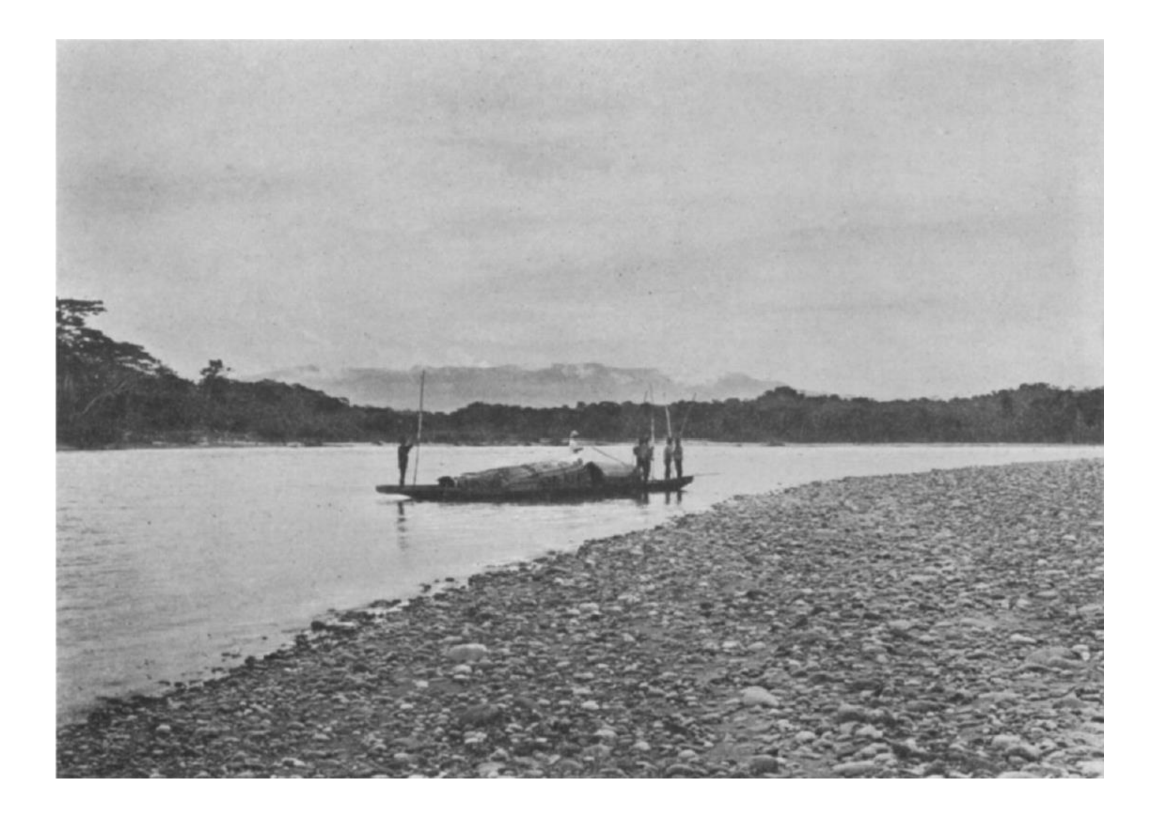


Fig. 2 – El Río Napo 44 millas abajo de Napo. En el fondo se encuentra la Cordillera Galeras con cimas de casi 6000 pies sobre el nivel del mar.



Fig. 3 – El Río Napo 80 millas abajo de Napo.

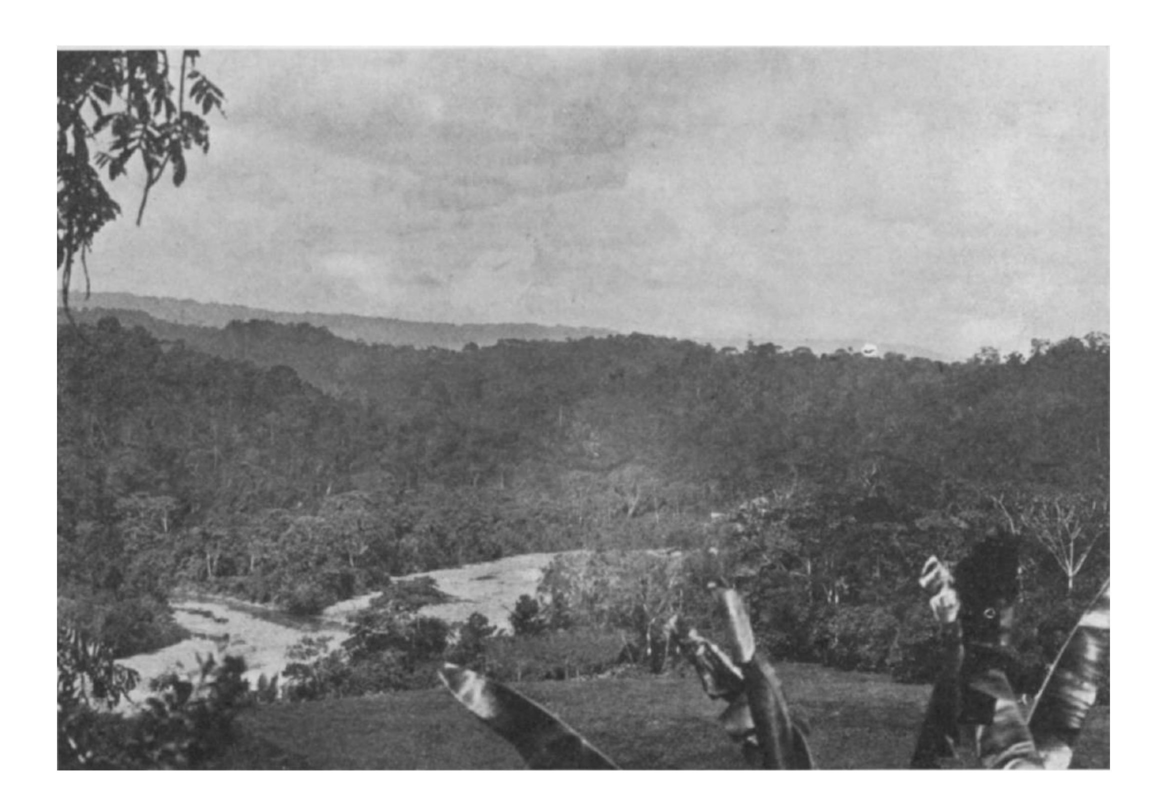


Fig. 4 – Vista desde la estación de la misión Dominica en Canelos a través del Río Bobonaza hacia las tierras altas, a 3000 pies sobre el nivel del mar, entre los Ríos Bobonaza y Pindo.

En Septiembre 8, desde nuestro campamento abajo de la desembocadura del Río Arajuno observamos hacia el norte una prominente cadena montañosa que nuestro guía nos informó que es la Cordillera Galeras. Treinta y un millas abajo de Napo pasamos al siguiente asentamiento, Santa Rosa. Cuarenta y cuatro millas abajo de Napo observamos un elevado pico en forma de cono, casi 30 millas al noroeste, cuyo nombre se nos dijo es Sumaco. Los ángulos verticales y las intersecciones de éste a varios lugares en nuestra travesía determinaron su posición exacta y su altura de 12700 pies sobre el nivel del mar. Sin duda el Sumaco es el rasgo fisiográfico más notable que vimos en la llanura amazónica. Creemos que nuestra expedición es la primera en ubicarlo con precisión y en obtener su elevación. Al respecto Wolf dijo lo siguiente:

> Fuera de la región Andina del Ecuador parece existir una pequeña área volcánica o quizás un volcán aislado en el Oriente, en la parte superior de la cuenca Napo; pero ningún geólogo la ha estudiado, solamente puedo indicar los rumores de su existencia. Incluso su ubicación no es certera[3].

Humboldt no muestra este pico volcánico (el cual probablemente es) en sus mapas; y Villavicencio, de acuerdo con Wolf, muestra tal montaña a una gran distancia al noreste de la Cordillera Guacamayo. Hamilton Rice[4], al describir su viaje aguas abajo del Río Napo, se refiere a un pico en forma de cono llamado "Sumaco".

Pasamos otras dos fincas, en total siete en los bancos del Napo entre Napo y la desembocadura del Coca. Cerca de la desembocadura del Coca existe un asentamiento llamado Armenia, el cual consiste en una o dos casas. Todos los asentamientos a lo largo del Napo están ocupados por colonos de alta-clase. Adicionalmente, hay pocas familias de Indios a lo largo del río y sin duda otras en los cauces tributarios.

Desde Napo a la desembocadura del Río Coca existen 97 millas por travesía fluvial. Posteriormente, el trazado taquimétrico (*stadia traverse*) del Napo fue incrementado a un total de 120 millas debido a una extensión de 23 millas arriba de Napo hacia la confluencia con el Río Anzu, aguas arriba hacia el Río Ila, y arriba del Río Ila la base de los Andes. Es el primer mapa exacto realizado de la porción superior del Napo. Lo más cercano a esto es la travesía del Napo inferior desde Fortaleza, quizás 60 millas abajo de la desembocadura del Coca, a la desembocadura del Napo. Quizás fue una investigación en bote y por tanto muy difícil. El mapa[5] no indica latitudes ni longitudes. La extensión del río desde Fortaleza y la desembocadura del Río Coca deja a esta travesía completamente separada de nuestro trabajo.

[3] Wolf Teodoro (1892) Geografía y Geología del Ecuador, Leipzig, p. 331.

[4] Rice Hamilton: From Quito to the Amazon via the River Napo [Desde Quito hacia la Amazonía por el Río Napo], Geogr. Journ, Vol. 21, pp. 401-418; Referencia en la p. 414.

[5] Payer Richard (1894) Der Río Napo [El Río Napo], *Petermanns Mitt.*, Vol. 40, 1894, pp. 169-171, con un mapa "Originalkarte des Río Napo und Río Curaray" [Mapa del Río Napo y Río Curaray], escala 1:800000.

El Río Napo, desde Napo hasta el Río Coca, es un cauce excesivamente trenzado con numerosos canales laterales (*side channels*) de profundidad somera. En Noviembre 1867, Orton[6] determinó que la velocidad del Napo en Napo es de 6 millas/hora. Nuestras medidas en Septiembre 21 de 1921, 60 millas abajo de Napo, fueron de 5.5 millas/hora. En Napo el río tiene 300 pies de ancho y es profundo con una corriente rápida. Experimenta repentinas crecidas debido a las lluvias en las montañas. En tal momento se escuchan a bloques chocar a lo largo del fondo. Desde Napo a Armenia, una distancia de 86 millas, el río se caracteriza por una sucesión de rápidos. Los blancos y los Indios son expertos en navegarlos en canoas de troncos. Navegando aguas arriba cerca del banco y siguiendo los canales laterales son capaces de viajar sin dificultad. El río no puede ser vadeado en Napo ni en cualquier otro punto en el centenar de millas hasta el Río Coca. Cerca de 11 millas arriba de la desembocadura del Río Coca el fondo es rocoso y el agua clara, aquí ocurre un cambio notable. Las islas desaparecen, y existen bancos lodosos; el río tiene sólo un canal con un ancho de cuarto de milla y una corriente lenta, después de la lluvia el agua se torna lodosa, y tiene una profundidad adecuada para pequeños barcos a vapor. Este cambio debe ser considerado como la "línea de caída" (*fall line*), una característica de todos los ríos del Ecuador oriental. La desembocadura del Río Coca está a 850 pies sobre el nivel del mar, y el Napo en este punto tiene 2000 pies de ancho. El Coca se encuentra a 400 millas desde la desembocadura del Napo, el cual ingresa al Amazonas abajo de Iquitos, un puerto para barcos a vapor con un calado de 20 pies. La carga máxima que conocemos ha sido traída hasta Napo fue un gran piano, movido por un anterior gobernador desde Iquitos a Tena, donde ahora es usado. El retorno desde la desembocadura del Río Coca a Napo duró 7 días, un promedio de 14 millas/día. Teníamos seis Indios trabajando nueve horas al día.



Fig. 5 – Mt. Sumaco (12700 pies) visto desde Archidona, a 28 millas hacia el nornoreste. La posición exacta de este pico aislado, probablemente un volcán, fue determinada por primera vez por esta expedición.

[6] Orton James (1870) The Andes and the Amazon [Los Andes y la Amazonía], New York.

DESDE NAPO A ARCHIDONA EN LA RUTA DE PAPALLACTA

La ruta de Papallacta es uno de los antiguos caminos desde Quito a la llanura Amazónica[7]. Mapeamos 25 millas de ésta entre Napo y la base de la Cordillera Guacamayo.

Desde Napo a Tena el camino puede ser atravesado con caballos, los cuales con dolorosas experiencias han aprendido a saltar sobre los huecos lodosos o pasar por estos. El camino asciende gradualmente desde Napo, 1680 pies sobre el nivel del mar, hasta las tierras altas de superficie muy uniforme la cual, entre Napo y Tena, se encuentra en un máximo de 1950 pies sobre el nivel del mar, 300 pies sobre el fondo de los valles.

TABLA II – LECTURAS DE TEMPERATURA EN ARCHIDONA (2000 PIES), 1921

Día	Hora	Temperatura (° F)	
Sept. 26	3:15 P.M.	82.0	despejado
	4:00 P.M.	76.8	aguaceros
Sept. 27	7:00 A.M.	72.3	despejado
Oct. 1	7:00 A.M.	68.7	despejado
Oct. 7	medio día	78.0	aguaceros
	7:00 P.M.	77.0	despejado
Oct. 8	6:30 A.M.	67.4	despejado

Esto es subyacido por calizas casi horizontales. En algunas partes de los restos de tierras altas se ve a las capas rojas sobreyaciendo a las calizas. Tanto las calizas como las capas rojas en algunas partes están cubiertas por delgados depósitos de debris volcánicos. Se encuentra a una familia blanca en la ruta desde Napo a Tena, la casa ocupa el único claro en las cinco millas entre estos dos puntos. Tena es la capital del Oriente y la residencia del actual gobernador, cuya amabilidad hacia nosotros ayudó a que la expedición tenga éxito. Tena, a 1700 pies de elevación, se encuentra en el banco izquierdo del Río Tena, un cauce fácilmente vadeable, una milla arriba de su entrada al Río Misahuallí. El asentamiento está rodeado por claros donde pasta el ganado y crecen los cultivos, y una media docena de familias blancas viven aquí. Los Indios viven, como es usual, dispersos en la adyacente selva a lo largo de los bancos de los cauces. El Dr. Jameson, quien visitó Tena en 1857, la describió como recientemente construida[8].

El Río Misahuallí, abajo de la desembocadura del Tena y abajo de su tributario el Río Hollín, fluye en un estrecho cañón con escarpadas paredes. Descendimos por el Río Misahuallí en canoa a una milla abajo de la entrada del Hollín, casi seis millas abajo de Tena. Abajo de este punto jamás se ha descendido, pues el cañón se estrecha y el río está lleno de rápidos impasables.

---

[7] Ver una descripción de esta ruta en: Villavicencio Manuel (1858) Geografía de la República del Ecuador, New York, 1858, p- 138.

[8] Jameson William (1858) Excursion made from Quito to the River Napo, January to May, 1857. [Excursión desde Quito hacia el Río Napo, de Enero a Mayo, 1857], *Journ. Royal Geogr. Soc.*, Vol. 28, 1858, pp. 337-349; Referencia en la p. 341.

En la ruta de Papallacta seis millas y medio al norte de Tena y en el banco izquierdo del Río Misahuallí se encuentra Archidona, a una elevación de 2000 pies. Es uno de los tantos “pueblos” fundados en la montaña ecuatoriana a mediados del siglo dieciséis. Por un largo tiempo, de acuerdo con Villavicencio, fue clave para las misiones jesuitas del Marañón. En 1858 la describe, además de la misión, sin residentes blancos pero con 300 Indios habitando en el cercano bosque. Sin embargo, ahora no existe misión alguna aquí, ni en Tena, ni en Napo. Archidona está conformada por cuatro o cinco familias blancas en varias casas dispuestas en una plaza pública. Atrás de las casas y a lo largo de la ruta a Quito existen claros pastizales que lo convierte en un agradable lugar. Las cumbres de la cadena Andina dominan la vista al oeste de Archidona, y al norte se eleva la Cordillera Guacamayo. Pero el rasgo montañoso más impresionante visto desde Archidona es el gran cono aislado del Sumaco, 28 millas al nor-noreste.

En Octubre 1 dejamos Archidona en caballo por la ruta de Papallacta y nos dirigimos cuatro millas al norte para seguir a pie por una nueva ruta al este del Río Jandachi. Encontramos al Jandachi como un estrepitoso torrente, de 50 pies de ancho, ocupando un estrecho cañón, que se hundía a una profundidad de 735 pies bajo la superficie de la zona alta. Vimos a este cauce otra vez algunas millas más al norte en la base de la Cordillera Guacamayos. La superficie entre Napo y la Cordillera Guacamayo en general es un plateau disectado elevándose entre 2000 y 4000 pies en su contacto con la Cordillera Guacamayo. Un rasgo notable de la superficie del plateau es la presencia de grandes bloques de granito, a veces tan grandes como una casa, yaciendo en rocas sedimentarias perfectamente no-perturbadas. Estos serían bloques erráticos de origen glaciar. Las rocas del plateau en el lado sur del valle de Jandachi terminan abruptamente y sin perturbación frente al antiguo núcleo granítico de la Cordillera Guacamayo la cual se eleva a 8000 pies sobre el nivel del mar. Serán necesarios más estudios para establecer las relaciones entre la Cordillera Guacamayo, la Cordillera Galeras, y el Mt. Sumaco respecto a las circundantes rocas sedimentarias. Es probable que la Cordillera Guacamayo esté compuesta por granito y esquistos y sea un ramal de la Cordillera Oriental, aquí la línea de falla de los Andes representa una saliente al este.

No ascendimos a la Cordillera Guacamayo, regresamos las 26 millas hacia Napo y en Octubre 27 empezamos a navegar aguas arriba de los Ríos Napo y Anzu hacia Embarcadero, el término de nuestro viaje desde Mera, y lugar principal de la navegación por canoa. Desde Embarcadero atravesamos una corta distancia aguas arriba del Río Ila a un punto donde las capas rojas desaparecen debajo de un flujo de lava basáltica cerca de la base de la Cordillera Oriental de los Andes. Es una localidad muy interesante debido a la ausencia de perturbación o metamorfismo en las capas rojas justo arriba del contacto. Esto, junto con la posición horizontal de las calizas en la base de la Cordillera Guacamayos, tiene un notable y marcado contraste respecto al contacto en el lado occidental de los Andes.



Fig. 6 – Casa de uno de los habitantes en Napo



Fig. 7 – Indios de Canelos al frente de la casa de una misión Dominica en Canelos.

INVESTIGACIÓN DESDE NAPO A CANELOS

La ruta usual desde Napo hacia Canelos es por un antiguo camino de los Indios hacia Puyo y por tanto vía Indelyama hacia Canelos. Sin embargo, sentimos necesario estudiar la estructura geológica al este de esta ruta y decidimos intentar una travesía por la selva, aunque fuimos advertidos de peligrosos Indios y la ausencia de un camino. En Octubre 27 dejamos Napo, en dirección hacia el sureste. La superficie está más disectada formando escarpadas colinas y crestas y tiene más cauces que al norte de Napo. El primer gran río encontrado es el Puni-yacu el cual, aunque de 150 pies de ancho, era lo suficientemente somero para vadearlo. Alcanzamos el Río Arajuno en un punto donde alcanza los 200 pies de ancho. Éste, al igual que el Napo, se divide en varios ramales y tiene una rápida corriente de aguas muy claras. Continuamos nuestra travesía con taquímetro (*stadia*) por cierta distancia arriba del lecho fluvial, acampamos en Octubre 29 en una choza de Indios. En Noviembre 1 llegamos al Río Curaray. La superficie de las tierras altas entre los dos ríos alcanza un máximo de 2040 pies sobre el nivel del mar y es muy boscosa. El Río Curaray es un arroyo sinuoso y somero de casi 30 pies de ancho y, donde lo dejamos, se encuentra a 1815 pies sobre el nivel del mar. En un lugar del río encontramos las ruinas de una antigua misión Jesuita, otra indicación de que el Curaray superior, al igual que gran parte del Oriente, en algún momento tuvo una población más grande que la actual. El área intercorriente entre Curaray y el siguiente río al sur, el Río Villano, es de seis millas de ancho, y la división alcanza cumbres de 2820 pies sobre el nivel del mar. Cruzamos la división en Noviembre 5 y acampamos cerca del Río Villano en una choza de Indios a 1740 pies sobre el nivel del mar. En Noviembre 6, cruzando otra zona alta de 2390 pies de elevación máxima, procedimos 12 millas hacia Canelos a lo largo del Río Bobonaza. Las 50 millas por el bosque no tenían camino, y gran parte del viaje consistió en vadear los cauces. Sólo tres chozas de Indios fueron vistas en toda esta distancia.

Encontramos que en Canelos existe una residencia e iglesia de la misión Dominica; una casa usada por el gobernador oficial, vacía en el tiempo de nuestra visita; y la casa de un habitante blanco que ha vivido aquí con su familia por muchos años. Existen tres curas en la misión, y mientras estuvimos en Canelos llegó un cuarto desde Puyo. La misión, que se ha mantenido con periodos de abandono de al menos 200 años, consiste en dos grandes, importantes edificios con techos de tejas rojas – los mejores edificios que vimos en el Oriente. El cura León, el encargado de la misión, ha estado aquí por 30 años. Canelos se encuentra en una hermosa planicie con vista al Río Bobonaza en una elevación de 1690 pies sobre el nivel del mar. El asentamiento está rodeado por pastizales y granjas donde uno de los curas que es granjero tiene un excelente ganado y cultiva buenos vegetales los cuales generosamente se nos ha entregado. Aquí hay pocos mosquitos y no existe la malaria. Durante nuestra visita la temperatura promedio durante el día fue de 75° F con un máximo de 81° y un mínimo de 68°. El pequeño rango de temperatura es una característica notable de toda la región. Canelos es un punto importante como paradero de una fundamental ruta terrestre desde Ambato vía Baños, Mera, y Puyo hacia el Oriente; pues aquí el Bobonaza es navegable, y las canoas en diez días llegan al Pastaza en Andoas, lugar principal de la navegación en aquel cauce. La razón para cruzar desde Puyo por el Río Pastaza hacia el Bobonaza se debe a que el Río Pastaza no es navegable en canoas por muchas millas abajo de Puyo.

TABLA III – LECTURAS DE TEMPERATURA EN CANELOS (1690 PIES), 1921

Día	Hora	Temperatura (° F)	
Nov. 9	3:00 P.M.	76.1	despejado
Nov. 10	7:15 A.M.	68.0	nublado
	8:15 A.M.	70.0	nublado
	10:15 A.M.	72.0	nublado
	medio día	77.0	nublado
	1:00 P.M.	78.0	nublado
	2:15 P.M.	81.0	nublado
	3:30 P.M.	81.0	nublado
	6:00 P.M.	80.0	nublado
	7:30 P.M.	76.0	nublado
	8:30 P.M.	75.0	nublado
Nov. 11	8:30 A.M.	72.0	despejado
	10:00 A.M.	76.0	despejado
	11:00 A.M.	80.0	despejado
	4:00 P.M.	82.0	despejado
	6:30 P.M.	80.0	despejado
	10:30 P.M.	78.0	despejado
	1:00 P.M.	70.0	despejado
Nov. 12	6:30 A.M.	76.0	despejado
	8:30 A.M.	68.0	nublado, lluvias
	9:30 A.M.	67.0	nublado, lluvias
	1:00 P.M.	72.0	nublado, lluvias
	3:00 P.M.	73.0	despejado

INVESTIGACIÓN DESDE CANELOS A ALAPICOS

Gracias a la ayuda de los curas Dominicos conseguimos Indios que lleven nuestro equipaje y dejamos Canelos en Noviembre 13 para investigar el trayecto hacia Alapicos en el Río Palora, un tributario del Pastaza. Seguimos la ruta de Puyo por 12 millas hacia Indelyama, en la cual existen una o dos chozas de Indios en el banco izquierdo del Río Pindo. En Indelyama el Pindo es de 50 pies de ancho, casi dos pies de profundidad, y muy rápido. Aquí obtuvimos dos canoas y realizamos un trazado taquimétrico del Río Pindo hasta su confluencia con el Río Pastaza, una distancia de casi cinco millas. Fue un cauce peligroso para la navegación por canoa debido a los adversos rápidos. En todo caso, la ruta recientemente abierta que sigue el banco izquierdo debe ser usada.

El Pastaza en la desembocadura del Pindo se divide en dos canales, cada uno con 300 pies de ancho, separados por una isla de 1900 pies de ancho en aguas bajas. El río no es navegable por muchas millas bajo este punto; en verdad el punto de navegación estaría bajo la desembocadura del Palora. La pendiente del Pastaza entre Ambato (8100 pies) y la desembocadura del Alpa-yacu justo abajo de Mera (3800 pies), donde el Pastaza llega a la planicie amazónica, es de uno por ciento, o 52.8 pies en una milla; entre Mera y la desembocadura del Pindo la pendiente es de casi 40 pies en una milla.

TABLA IV – LECTURAS DE TEMPERATURA EN ALAPICOS (3080 PIES), 1921

Día	Hora	Temperatura (° F)	
Nov. 20	3:15 P.M.	65.0	lluvias
	4:00 P.M.	65.0	lluvias
	5:10 P.M.	64.0	lluvias
Nov. 21	6:00 A.M.	62.6	despejado
	7:00 A.M.	63.5	despejado
	medio día	80.0	despejado
Nov. 22	6.30 A.M.	68.0	despejado
	1:15 P.M.	76.1	despejado

Desde el Pastaza hacia Alapicos la distancia es de 13 millas por el camino, una gran parte es a través del agua debido a la extraordinaria cantidad de pequeños cauces, el más pequeño nos llegaba a la rodilla y tenía 10 pies de ancho. Alapicos se encuentra en el banco izquierdo del Río Palora a una elevación de 3080 pies y ahí existe una familia blanca hispanoparlante, una residencia e iglesia de la misión. No había curas en el tiempo de nuestra visita. Los Indios en la vecindad son Jíbaros[9], el Río Pastaza es el límite entre estas tribus y aquellos que hablan Quechua.

El rasgo dominante del paisaje en Alapicos es el gran cono volcánico Sangay, 28 millas al oeste, elevándose a casi 17500 pies, con 2000 pies cubiertos por nieve perpetua. De todos los conos volcánicos que vimos en los Andes el Sangay tiene una forma perfecta.

En Noviembre 23 obtuvimos canoas y cruzamos el Río Palora, el cual tiene 300 pies de ancho y una imponente corriente incluso en aguas bajas. Desde ahí una travesía de 35 millas nos condujo hasta Macas. Nuestra ruta se encuentra a través de un plateau de superficie uniforme de aglomerado volcánico cubierta por selva. Pasamos tres asentamientos de Jíbaros, uno de los cuales tenía cuatro chozas. En uno de estos estaban reduciendo la cabeza de una mujer de acuerdo con la terrible práctica de esta población.



Fig. 8 – El volcán Sangay (17459 pies) visto desde Macas a una distancia de 26 millas. Wolf describe al Sangay como uno de los volcanes más activos del mundo.

[9] Acerca de los Jíbaros ver: Hermessen J. L. (1917) A Journey on the Río Zamora, Ecuador. [Un viaje en el Río Zamora, Ecuador], *Geogr. Rev.*, Vol. 4, 1917, pp. 434-449.

MACAS, PUEBLO PRINCIPAL DEL ORIENTE

Macas es un pueblo de casi 500 personas blancas, la más grande del Oriente. Se ubica en el banco sur del Río Upano en una planicie volcánica de casi 150 pies sobre el lecho del río, a una elevación de 3580 pies. Se encuentra a varias millas al este de la base de la Cordillera Oriental, de la cual emerge el Upano por un gran cañón. Cada casa se encuentra en el centro de una pequeña granja. La fertilidad se debe al suelo volcánico y se cultiva una gran variedad de alimentos, la región tiene fama por su magnífico ganado el cual, sin embargo, no tiene un mercado. Macas al igual que otros pueblos, es excepcionalmente saludable; no hay mosquitos, el agua es pura y es probable que la temperatura promedio anual no exceda los 72°F. En el día después de nuestra llegada fuimos favorecidos con una visita de la escuela de niños de Macas y nos impresionó los inteligentes rostros, la higiene y la salud. El Comandante, Sr. Manuel J. Bejarano, y su secretario nos recibieron y entregaron habitaciones en la casa anteriormente ocupada por curas dominicos. Nos ayudaron a conseguir cargadores para nuestro viaje a Riobamba.

A través del río desde Macas se encuentra el posible sitio de Sevilla de Oro, uno de los famosos pueblos de montaña del siglo dieciséis, del cual ahora no existen restos excepto por las míticas historias de su grandeza. Se dice que en los primeros días los españoles tenían una ruta de caballos hacia Macas desde Riobamba en el plateau Andino, pero ahora los caballos desde Riobamba sólo llegan tan lejos como Chanala, justo al este de la cumbre de los Andes, y sólo deberían ser llevados hasta los lagos de las cabeceras del Río Upano. El resto del viaje requiere varios días de enlodarse y ascender y descender altas crestas.



Fig. 9 – Un excelente ejemplo de un cauce trenzado. Viendo aguas arriba del Río Upano desde Macas (3580 pies). El río corta una planicie volcánica.

En Diciembre 2 dejamos Macas por la ruta de Upano la cual, después de seguir por un pantano por unas pocas millas, trepamos y bajamos una sucesión de empinadas crestas. A veces el camino se estrechaba a una trinchera apenas ancha para que un hombre pase con lodo hasta las rodillas, con paredes verticales de 15 pies de alto, el resultado de muchos años de uso y ningún mantenimiento. En el cuarto día de caminata alcanzamos la villa de Chanala (8298 pies), el primer asentamiento al oeste de Macas, donde viven alrededor de 20 blancos e Indios. Desde ahí cruzando sobre un paso a 10000 pies sobre el nivel del mar alcanzamos la villa de Zunac (9052 pies), ocupada una parte del año por los habitantes de Chanala pero deshabitada en el momento de nuestra llegada. Un poco más allá de Zunac finalmente salimos de la selva amazónica a los pies de los altos acantilados arriba de los cuales después de dos horas de escalada nos condujeron a dos lagos, Colay y Moctatlan, 12000 pies sobre el nivel del mar, ubicados en el páramo desarbolado. Finalmente llegamos a la cima de los Andes con picos nevados alrededor nuestro. Desde este punto descendimos en caballo al valle Chambo hacia Riobamba, el final de nuestro viaje.

RESUMEN DE LA TOPOGRAFÍA

Algunos de los hechos sobresalientes de la anterior descripción se resumen brevemente.

En el Oriente la llanura amazónica termina abruptamente frente a la base de la Cordillera Oriental de los Andes a elevaciones de 3800 pies cerca de Mera, 3600 pies en Macas, 4100 pies en la base de la Cordillera Guacamayo – en general a 4000 pies sobre el nivel del mar. Desde ahí se inclina suavemente hacia el este, descendiendo en una distancia de 70 millas a una superficie de casi 1000 pies sobre el nivel del mar en la desembocadura del Río Coca. Sólo unos pocos rasgos de relieve rompen la uniformidad de esta superficie: la Cordillera Guacamayo en el norte con cumbres de casi 9000 pies sobre el nivel del mar; la Cordillera Galeras al norte del Río Napo, probablemente una cadena residual, cuyas cumbres alcanzan los 6000 pies; y, el más notable de todos, el Mt. Sumaco, el gran pico en forma de cono al este de la Cordillera Guacamayo cuya cumbre alcanza los 12700 pies. Los valles tienen una profundidad máxima debajo de la superficie superior de 1000 pies, con áreas intercorriente de varias millas de ancho. Los ríos son todos rápidos, torrenciales, navegables como mucho para canoas de Indios, hasta que cambian a cauces más profundos, lentos, amplios, lodosos, navegables para pequeños barcos a vapor.

CLIMA

El limitado tiempo que pasamos en el Oriente – cuatro meses, de Agosto a Noviembre – no nos permite formar conclusiones acerca de las condiciones climáticas durante el año. Sin embargo, se debe resaltar, que la temperatura en el Oriente tiene un rango muy pequeño, diario y anual. La precipitación, así como la altitud, afecta a la temperatura, zonas como la de Mera en el cinturón de máxima precipitación son más frías que las correspondientes elevaciones más al este.



Fig. 10 – Lagos Andinos a 12000 pies sobre el nivel del mar: aquel en el fondo es la fuente del Río Chambo, afluente del Pastaza; aquel en el frente es la fuente del Río Upano.



Fig. 11 – Meandros en el valle Chambo. Típica región de páramo, elevación sobre los 11000 pies.

Existe una pronunciada diferencia en la precipitación del Oriente. Los vientos alisios (*trades*) que vienen del sureste están secos mientras ascienden el Río Napo, pero al alcanzar los Andes y elevarse repentinamente de 4000 a 18000 pies de forma brusca se enfrían y entregan su humedad. El cinturón de máxima precipitación en la región descrito en esta publicación se encuentra aproximadamente entre los niveles de Mera (3800 pies) y Baños (6000 pies) donde llueve casi todos los días. En nuestra visita, por debajo de los 4000 pies las lluvias eran moderadas. Se ha reportado que los meses de Septiembre y Noviembre son los más secos del año. No tenemos registros de la actual precipitación en el Oriente, a excepción de Puyo unas pocas millas al este de Mera, i.e. cerca del cinturón de máxima precipitación a 3200 pies de elevación. Martínez entregó el siguiente registro de cuatro meses, no se indicó el año: Diciembre, 8.7 pulgadas; Enero, 12 pulgadas; Febrero, 18.4 pulgadas; Marzo, 13.7 pulgadas. El total anual de acuerdo con estos valores sería de 150 pulgadas. No es sorpresa que existan menos Indios viviendo en las cercanías de Mera que hacia el este en la región seca cerca de Canelos y Napo.

Anteriormente en nuestro trabajo se ha notado que los cambios barométricos son muy constantes. Humboldt fue el primero en indicar la variación uniforme de la presión atmosférica en las regiones ecuatoriales de Sudamérica. Él dijo que la hora del día podría ser obtenida a partir de lecturas barométricas. Medidas altas del barómetro se obtienen a las nueve de la mañana y medidas bajas a las cuatro de la tarde. Esto es cierto para todos los días independientemente de las condiciones meteorológicas. Sin embargo, cuando se grafican las presiones por varios días, la curva de un día claro será aproximadamente paralela con, pero sobre, la curva de un día lluvioso. Casi todos los días las medidas bajas del barómetro en la tarde son seguidas por una lluvia la cual dura hasta el atardecer. Nuestras observaciones barométricas fueron tomadas en elevaciones de pies y graficadas mostrando la variación en Napo, Canelos, Alapicos, Macas, y puntos intermedios. Estas curvas son muy similares, y, después de encontrar la ley de variación fue realizada una tabla de corrección la cual fue usada por toda la investigación cuando se registraban las elevaciones.

DECLINACIÓN MAGNÉTICA

En todas las estaciones importantes la declinación magnética fue determinada. En todo caso la aguja de la brújula apuntaba hacia el este del meridiano verdadero. Las declinaciones para las localidades más importantes fueron: Napo 5°43’E; Tena 5°43’E; Canelos 5°45’E; Alapicos 6°14’E; Macas 6°19’E.

VIDA ANIMAL EN LA SELVA

Los objetivos de la expedición fueron principalmente geológicos y geográficos, sin embargo, también se realizaron algunas notas acerca de la vida salvaje en la región. Mientras descendíamos el Pastaza desde Baños a Mera debido a las fuertes lluvias no vimos más que algún pájaro ocasional. En la ruta desde Mera a Napo vimos las huellas de un tapir, que es el animal más grande en la región. En la noche, alrededor de uno de los campamentos se escuchó el choque de pequeños árboles y ramas. La investigación de los cargadores indicó que se trataba de una manada de tapires. Nuestra primera vista de esta criatura fue cuando los Indios atraparon una en el Río Napo abajo de Venecia y la mataron con lanzas de madera. Estaban tan ansiosos de obtener la carne que en unos pocos minutos tenían al cadáver desmembrado en la playa. Era tan gran de como un pequeño caballo, probablemente pesaba más de mil libras. Los Indios nos dieron una de las partes, pero encontramos a la carne dura. Sin embargo, ellos hicieron un gran festín. Los caminos del tapir, que vimos luego, siempre se encuentran en las tierras bajas cerca de los cauces.

Las huellas de venados fueron observadas por toda la región, y ocasionalmente uno fue visto. Eran de color gris opaco y de buen tamaño. Se hacía mucho ruido en el avance de nuestra investigación que era imposible acercarse a ellos. Esto también era cierto para otros animales. Vimos las huellas y revuelcos de cerdos salvajes, pero jamás nos topamos con ellos. Estos son cazados por blancos e Indios por su carne.

Vimos dos animales de río que por los nativos son llamados *huanta* y *huatusa*. Son roedores de tres dedos, sin cola, con pequeñas patas frontales y poderosas patas traseras. La *huanta* es el más grande, pesa cincuenta libras o más, mientras que la *huatusa* pesa 10 o 15 libras. Ambos son codiciados por su carne.

Nos encontramos con una especie de mono con cara negra, lisa, y pelaje rojo oscuro, quizás pesa treinta libras. Primero los vimos a lo largo del Río Anzu arriba de Napo y de nuevo en la ruta desde Napo a Canelos. Los Indios y blancos los cazan para alimentarse.

Nuestros Indios dispararon a dos perezosos cerca de Canelos. Son animales peludos, color gris-verde, un poco más pesados que los monos. Viven en los árboles y debido a su color camuflaje y lentos movimientos son difíciles de detectar. El color verdoso se debe a un organismo que crece en su pelaje.

Otro animal que vive en los árboles, el oso come-miel nocturno o mono nocturno para los nativos, estaba presente alrededor de nuestros campamentos. Su agudo, pequeño, rechinante silbido fue escuchado por muchas noches antes de conocer su identidad. Nuestros amigos en Archidona nos entregaron uno que había sido domesticado. Su aguda nariz y larga, anillada cola lo asemejaba a los mapaches de nuestros bosques septentrionales. Los nativos en Alapicos nos entregaron la piel de un oso hormiguero, el cual en tamaño y color es similar a un pequeño oso negro. Tiene una larga y tupida cola de grueso pelo tipo-excelsior.

En los pueblos nos mostraron pieles de jaguar, algunas de gran tamaño; pero sólo vimos una huella ocasional a lo largo del camino. Los Indios de nuestro grupo temen a los “tigres”, como los llaman. Es probable que sean los animales más feroces de la región.

Son comunes los murciélagos, dormimos bajo redes para protegernos de ellos y de los mosquitos. Vimos caballos y ganado que han sido mordidos por los murciélagos vampiros.

Los Indios hablaban de serpientes, particularmente de la boa acuática la cual ronda por los ríos más al este; pero en nuestro viaje no la vimos.

Nos impresionó la casi total ausencia de aves de las grandes áreas selváticas; día tras día viajamos por los caminos viendo sólo a un errante colibrí o escuchando a un par de loros que pasaban por encima nuestro. Vimos a un martín pescador (*kingfisher*) con un pecho color opaco, naranja, a lo largo de los ríos, igual de trabajador y ruidoso que su hermano del norte. A veces vimos tucanes en la selva alrededor de las casas de los nativos, donde los tienen como mascotas. Los pavos salvajes viven a lo largo de pequeños cauces. En el Napo inferior vimos a algunos cóndores. Los Jíbaros alrededor de Macas nos mostraron muchas aves pequeñas muy coloridas a las que dispararon con sus cerbatanas. La mayoría de estos se parecen a orioles o pinzones (*finches*). En Macas vimos por primera ves a golondrinas con cruces negras en el envés de sus alas.

POBLACIÓN

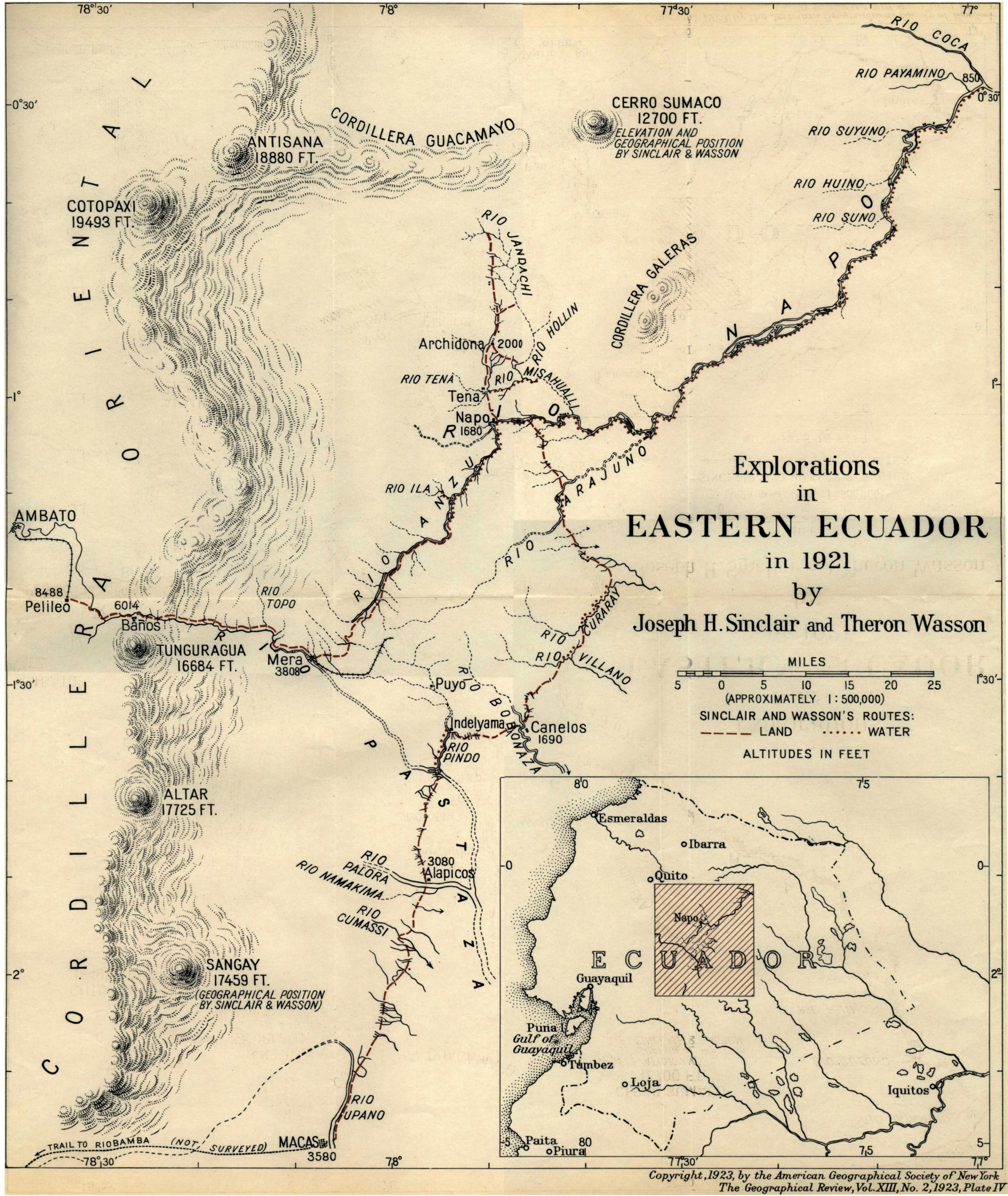
El Río Pastaza es la línea divisoria entre las tribus de Indios que hablan diferentes lenguas. Los indios quechua-parlantes habitan al norte del río y son conocidos como Indios de “Napo”, “Canelos”, etc., de acuerdo con el nombre del asentamiento de blancos cercano de donde viven. Una característica de aquellos Indios, al igual que los Jíbaros más al sur, es que no habitan en pueblos. Viven a lo largo de los cauces, cada familia separada de la otra. Sin embargo, cerca de los asentamientos de blancos, sus chozas, aunque están escondidas en la selva, están muy próximas. En Canelos, por ejemplo, el pueblo consiste en dos o más casas de blancos; no se ha visto Indios. Pero siguiendo los difusos senderos que salen de las casas del asentamiento se puede encontrar a los Indios. Esta ausencia de vida en comunidad conlleva una carencia de organización social, y, aunque existan jefes, son individuos que ejercen una vaga autoridad. La mayor parte de Indios están bajo la autoridad de los blancos, a quienes llaman “patrones”. Cada hombre blanco tiene influencia sobre los Indios que pueda tener, y la rivalidad entre blancos es muy fuerte, surgen peleas por el control de los Indios. Por la protección ofrecida por los blancos, los Indios realizan ciertos trabajos, especialmente cargando los suministros desde Quito o lavando oro en las gravas de los cauces. El número de Indios es pequeño y es difícil inducirlos a trabajar. El uso de Indios en labores de gran extensión es, en la opinión de los autores, imposible; la construcción de vías férreas, de tuberías, autopistas, etc., depende del trabajo de blancos provenientes de pueblos-ciudades como Baños y Ambato, y con toda probabilidad del trabajo importado de Indios del occidente u otra región, así como fue realizado durante la construcción de la vía férrea Guayaquil y Quito.

Los Jíbaros al sur del Pastaza no obedecen a los patrones blancos y en muchas maneras son superiores a los Quechuas. Tienen fuertes, limpios cuerpos y rostros inteligentes. Van armados con mortales cerbatanas y largas lanzas con puntas de hierro. Los hombres tejen una excelente calidad de tela realizada de algodón casero. Construyen fuertes casas de dura palma negra, para cada familia existe una y la casa es un fuerte al igual que un hogar. Algunas veces veinte o treinta personas viven bajo el mismo techo. Tienen jardines de yuca, plátano, papaya y de pequeños pimientos rojos. Practican la poligamia. El término cazador de cabezas es aplicado a aquellos que practican la reducción de la cabeza de sus enemigos. Éstas son usadas en danzas ceremoniales y como ornamento personal. Gran parte de las peleas entre familias se debe a los doctores brujos, quienes son llamados para determinar quién ha embrujado a una persona enferma.

Los Jíbaros que se reunieron en Alapicos para ver nuestro atuendo vinieron por curiosidad. No estaban dispuestos a trabajar, y no teníamos telas ni algún objeto para inducirlos a cargar nuestros equipajes hacia Macas. Les interesó cuando supieron que nuestro guía tenía dos pequeñas jarras de piedra con veneno negro el cual aprecian tanto para los dardos de sus cerbatanas. El veneno llega a esta región por Indios del norte de Perú donde se conoce la fórmula secreta. Nuestro guía, el Sr. Rivadeneyra, obtuvo el veneno de un Indio apenas llegó a Perú. Los Jíbaros cargaron nuestro equipo a Macas, un viaje de ocho días. Cada Indio recibió una cucharadita del pegajoso veneno negro y se sintieron bien pagados.

Los habitantes blancos son hispanoparlantes que han migrado desde las tierras altas del Ecuador. Uno de los rasgos más notables de estas personas es el hecho de que, aunque se encuentran entre Indios, han preservado la pureza de su raza. La población total de blancos en la región desde Archidona a Macas excede el número de 600, y casi todos viven en el pueblo de Macas. Este pueblo es un asentamiento único, ubicado a una elevación de 3580 pies sobre el nivel del mar, a 8 días de la civilización de las tierras altas por uno de los caminos a pie más difíciles, en lodo, y por montañas. Es un pueblo de quizás 100 casas y casi 500 personas, separado de la civilización. Sin comercio ni comunicación, uno se asombra de la existencia de estos asentamientos; su historia se remonta a los primeros asentamientos españoles de Sudamérica. Quizás es explicado por la saludable condición y producción agrícola de la región.

El gran obstáculo de un desarrollo civilizado en el Ecuador Oriental es la escasez de vías férreas. El futuro dependerá de una cosa, de la continuación de la vía férrea desde Pelileo hacia la gran puerta natural del Oriente, el Río Pastaza, y de la construcción de ramificaciones al norte y sur a lo largo de la base de los Andes desde un punto como Mera. La ruta de Upano y Papallacta son rutas de comunicación imposibles, no son adecuadas para la construcción de autopistas o vías férreas.



Explorations in EASTERN ECUADOR in 1921
by
Joseph H. Sinclair and Theron Wasson
MILES
5 0 5 10 15 20 25
(APPROXIMATELY 1:500,000)
SINCLAIR AND WASSON'S ROUTES:
LAND
WATER
ALTITUDES IN FEET
CORDILLERA ORIENTAL
CORDILLERA GUACAMAYO
CORDILLERA GALERAS
ANTISANA
18880 FT.
COTOPAXI
19493 FT.
CERRO SUMACO
12700 FT.
ELEVATION AND GEOGRAPHICAL POSITION BY SINCLAIR & WASSON
TUNGURAGUA
16684 FT.
ALTAR
17725 FT.
SANGAY
17459 FT.
(GEOGRAPHICAL POSITION BY SINCLAIR & WASSON)
RIO COCA
RIO PAYAMINO
850
RIO SUYUNO
RIO HUINO
RIO SUNO
RIO NAPO
RIO JANDACHI
RIO HOLLIN
Archidona
2000
RIO TENA
Tena
RIO MISAHUALLI
Napo
1680
RIO ANZU
RIO ILA
RIO ARAJUNO
RIO CURARAY
RIO VILLANO
AMBATO
8488
Pelileo
6014
Baños
RIO TOPO
Mera
3808
Puyo
RIO BOBONAZA
Indelyama
Canelos
1690
RIO PINDO
RIO PASTAZA
RIO PALORA
3080
Alapicos
RIO NAMAKIMA
RIO CUMASSI
RIO UPANO
MACAS
3580
TRAIL TO RIOBAMBA (NOT SURVEYED)
78°30′
78°
77°30′
77°
0°30′
1°
1°30′
2°
Esmeraldas
Ibarra
Quito
Napo
ECUADOR
Guayaquil
Puna I.
Gulf of Guayaquil
Tumbez
Loja
Iquitos
Paita
Piura
80
75
0
5

[The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, January 1923, Vol. 69, pp. 79-95]

CHERTS Y ROCAS ÍGNEAS
DEL
CAMPO PETROLERO DE SANTA ELENA

por

JOSEPH H. SINCLAIR*

y

CHARLES P. BERKEY**

Traducción al español por Stalyn Paucar

***** Encargado del trabajo de campo
******Encargado de las descripciones petrográficas

Referencia bibliográfica

SINCLAIR JOSEPH H. and BERKEY CHARLES P. (1923) Cherts and igneous rocks of the Santa Elena Oil Field Ecuador. [Cherts y rocas ígneas del campo petrolero de Santa Elena, Ecuador]. The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers., Vol. 69, pp. 79-95. En Paucar Stalyn (2022) Compilación de los trabajos de Joseph H. Sinclair, Roy J. Colony, Theron Wasson y Charles P. Berkey en Ecuador, 1923-1932, Quito, pp. 27-44

CONTENIDO

Figuras

INTRODUCCIÓN

Esta publicación describe los resultados de una visita a la Península de Santa Elena, Ecuador, en Junio y Febrero de 1921. Informa acerca del complicado plegamiento y fallamiento de las rocas y la peculiar ocurrencia de petróleo, el trabajo de campo se limitó a pocos de los múltiples problemas geológicos y los resultados sólo son una contribución a la solución del problema general. No conocemos otras publicaciones acerca de la geología del distrito, con excepción del libro de Teodoro Wolf [1], en español y alemán.

La Península de Santa Elena, el promontorio (*headland*) más importante de la costa del Ecuador, se encuentra abajo de 2°S. El pueblo principal, Santa Elena, está a casi 75 millas al oeste de Guayaquil, el principal puerto del Ecuador. El campo petrolero desarrollado más cercano es el Zorritos de Perú septentrional, a 120 millas al sur a través del Golfo de Guayaquil. Si lo visto en los periódicos es cierto, *viz.* que Anglo-Ecuadorian Oilfields Ltd., ha obtenido un pozo con 700-bbl en la costa de la península cerca de Ancón, el distrito sería importante en la producción petrolera. Al momento de nuestra visita, la mejor manera de llegar a la península era con un barco de vapor de Pacific Steam Navigation Co., dirección sur desde Panamá y dirección norte desde Guayaquil. Casi una vez a la semana, uno de estos barcos de vapor es anclado a ½ milla costa afuera cerca del pueblo de Salinas, una importante estación de cable. Una ruta alternativa, en la estación seca, es por automóvil desde Guayaquil. En Febrero 1921, se colocó una vía férrea entre Guayaquil y Salinas, pero rápidamente se deterioró debido a la escasez de fondos para continuar con su construcción o reparar aquella sección ya completada.

La parte de la península aquí descrita es un área irregular que se extiende 22 millas hacia el este, desde el faro hacia el volcán de lodo 5 millas al este del pueblo de San Vicente, y desde Punta Centinela en la costa norte casi 12 millas a un punto en la costa sur, casi 5 millas al este del pueblo pesquero de Ancón. El rasgo más notorio es la forma de dedo, con un ancho promedio menor que 1 milla y casi 7 millas de longitud, que se extiende hacia el Océano Pacífico. Además, hay tres promontorios menores, Ancón y Punta Carnero en la costa sur, y Punta Centinela en la costa norte.

La región es árida, no tiene árboles, muy agradable, y saludable; no se cultivan los suelos, excepto donde pueden ser irrigados usando pozos. La población es pequeña y limitada a las cercanías de los pozos. Las principales actividades comerciales son: la pesca, fabricación de sombreros de paja toquilla, la extracción de sal en Salinas (un monopolio del Gobierno), la extracción de petróleo de los numerosos pozos, y el trabajo en la estación de cable en Salinas, donde reside cierto número de empleados norteamericanos e ingleses. El pueblo más grande, Santa Elena, es la sede del gobierno local y también posee la única iglesia de la región. Salinas tiene dos hoteles y unas pocas casas de verano. Ni la población de Salinas ni la de Santa Elena excede las 100 personas; otros lugares sólo consisten en pocas chozas de Indios. Existe comunicación telefónica y telegráfica entre Salinas y Guayaquil. En Salinas es posible rentar automóviles y conducir por toda la península a cualquier momento del año tan al este como Guayaquil, excepto en la estación lluviosa cuando cerca de Guayaquil el camino es impasable.

[1] Wolf Theodor (1892) Geografía y Geología del Ecuador.

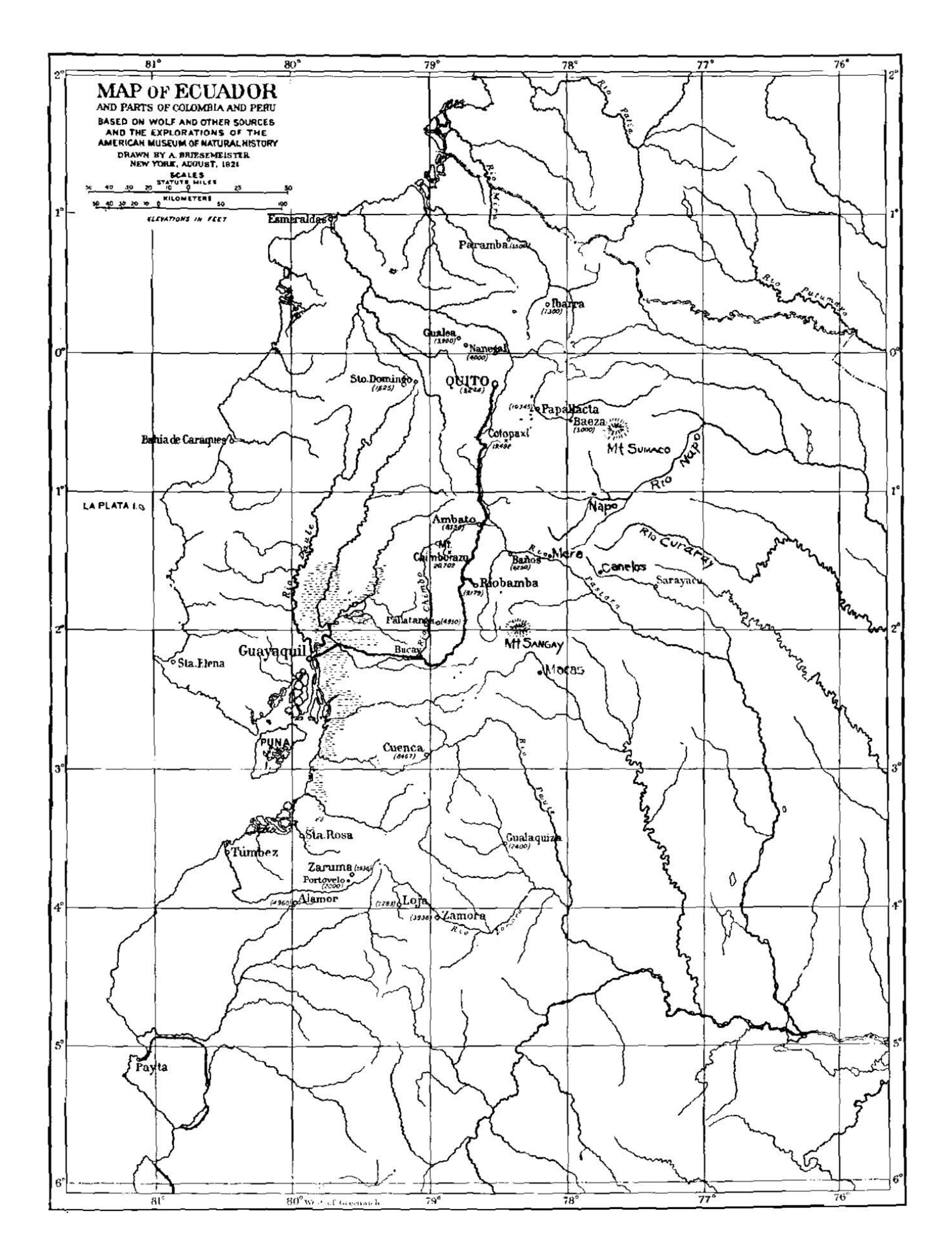


Fig. 1. – Mapa del Ecuador

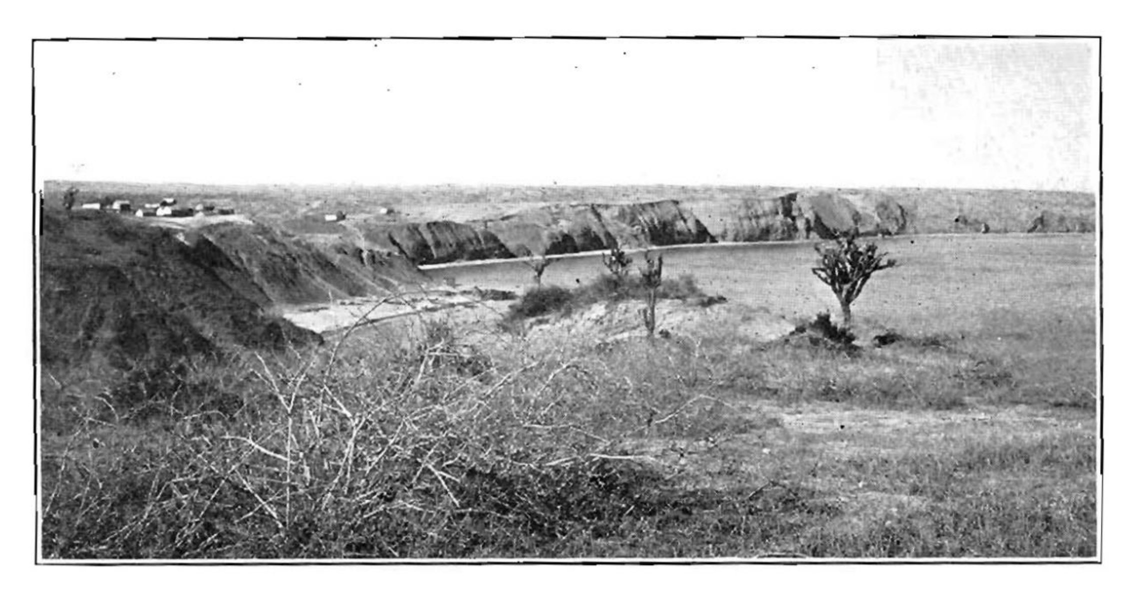


Fig. 2. – Pueblo de Ancón; acantilados con casi 200 pies de altura. Los cactus en primer plano indican condiciones semiáridas.

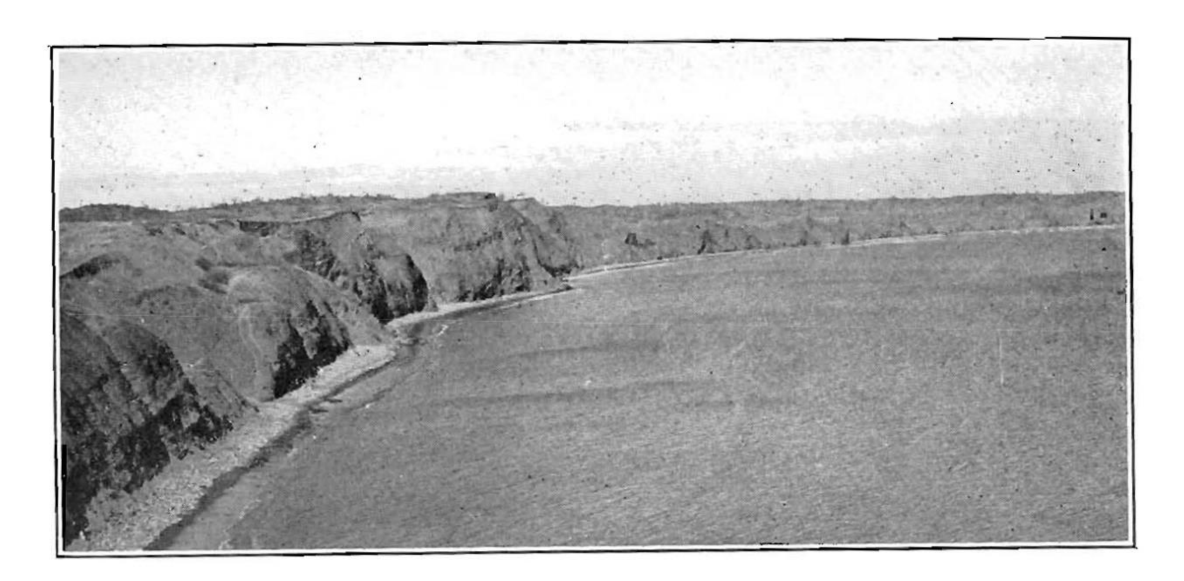


Fig. 3. – Acantilados en sedimentos del Terciario, al este de Ancón. En la costa en al extremo derecho existen dos pozos de Anglo-Ecuadorian Oilfields Ltd.

El punto occidental de la península es el rasgo fisiográfico dominante de la costa; es una colina aislada, escarpada, con terrazas, y cumbre plana, llamada La Puntilla, su cima[2] se encuentra a 424 ft. sobre el nivel del mar, puede ser vista a muchas millas en cualquier dirección. Inmediatamente al sureste de esta colina, la superficie se encuentra a casi el nivel del mar, donde están Salinas y la estación de cable. Hacia el este, la superficie se eleva suavemente, Santa Elena, 8½ millas desde Salinas, está a casi 108 ft. sobre el nivel del mar y, Volcancitos, 11 millas al este de Santa Elena, está a casi 250 ft.

[2] Cuadro No. 1123, Hydrographic Office, U. S. N., Washington, D. C.

Se piensa que la superficie es un remanente de la erosión marina recientemente levantado sobre el mar. A partir de la presencia de conchas marinas del Pleistoceno en la cima de La Puntilla, parecería que al menos hubo un levantamiento reciente de 424 ft. La superficie generalmente plana está modificada por sólo un valle, Río Grande de Salada, el cual es muy somero y tiene agua sólo después de la lluvia. Este cauce seco entra al área en la vecindad de Volcancitos y alcanza el mar a 1 milla al oeste de Punta Carnero.

Como se esperaría en una región de tal levantamiento reciente, donde probablemente continúa el movimiento, existe un considerable desarrollo de acantilados. Estos están bien exhibidos en la costa sur entre Punta Carnero y Chanduy.

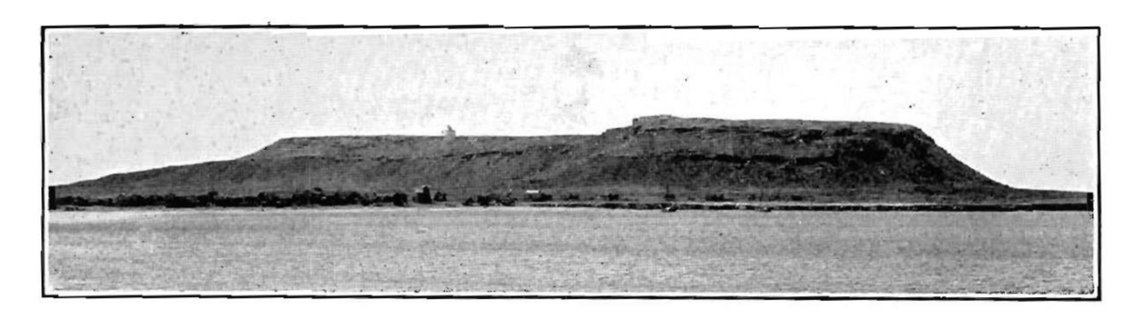


Fig. 4. – La Puntilla; elevación de 424 pies; elevación del faro 467 pies. Nótese la terraza a 30 pies sobre el mar y los remanentes de otras pendientes en la colina; las terrazas representan a estratos. La colina tiene una cumbre plana y está compuesta por cherts del Cretácico muy perturbados sin rastro de estratificación; en la cumbre existen conchas, lo que prueba que ocurrió un levantamiento reciente.

ESTRATIGRAFÍA

Las rocas de la península pueden ser divididas en cuatro grupos: cherts brechados, probablemente del Cretácico Superior; rocas ígneas de extensión limitada intruyendo a los cherts; una gruesa serie de areniscas y lutitas del Terciario; y una delgada formación de conchas marinas rotas del Pleistoceno, probablemente equivalente al Tablazo de Perú.

La Serie del Chert

Sin tomar en cuenta a la delgada cobertura de capas pleistocénicas, casi la mitad de la península está compuesta por chert. La Puntilla es completamente chert. Pasando un espacio de 1 milla de ancho, en las cercanías de Salinas, los cherts siguen hacia el este sobre un área continua, 17 millas de largo y aproximadamente 2 millas de ancho, extendiéndose a un punto a 4 millas al este de San Vicente. Es muy posible que conformen la prominente cresta que sigue hacia el este tan lejos como Guayaquil, a 85 millas, donde hay rocas similares.

Nueve especímenes de cherts brechados fueron recolectados de partes de la península ampliamente separadas, y de estos se realizaron láminas delgadas. Las microfotografías se muestran en las Figs. 5 a 14.

El Espécimen E-C, Figs. 5 y 6, de los acantilados en la costa abajo de La Puntilla, es una caliza chertosa rojiza y densa. Bajo el microscopio es microcristalina, extremadamente veteada, y esencialmente es una caliza chertosa infusorial. La roca no está tan brechada. Los fósiles microscópicos son excesivamente abundantes y bien preservados y de manera evidente conformaban gran parte de la roca en su condición original. En esencia quizá fue un carbonato, pero subsecuentemente se hizo opalino y chertoso. Éste es el espécimen de toda la serie que mejor preserva el hábito original.

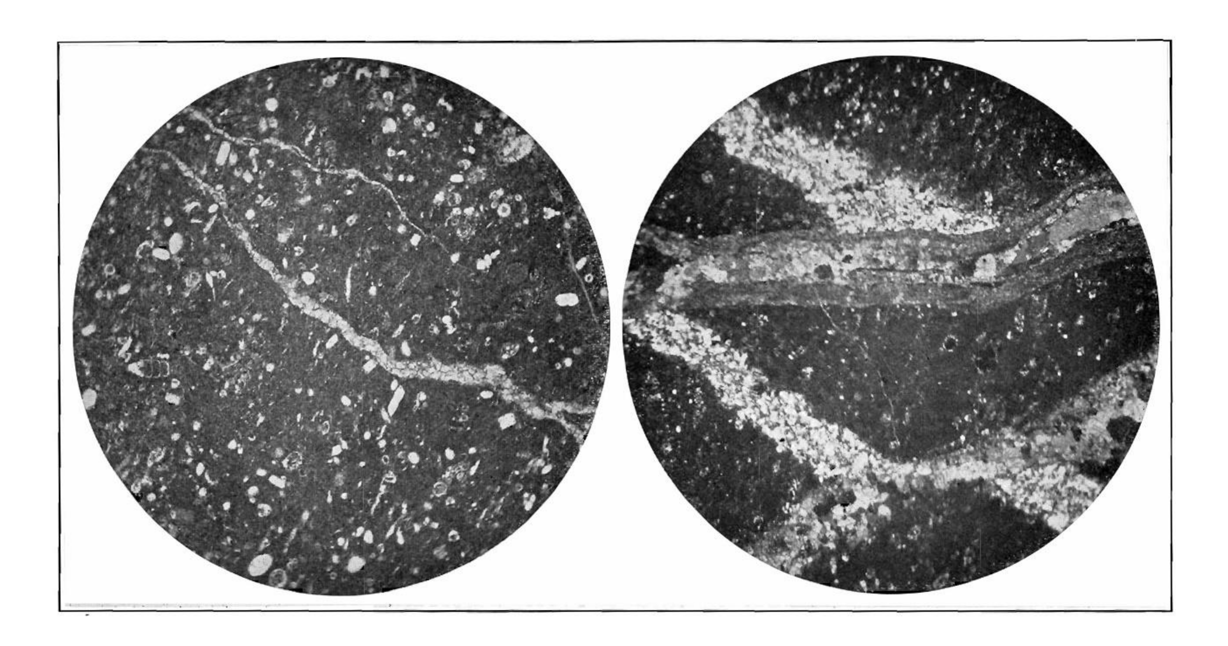


Fig. 5. – Espécimen E-C; Caliza chertosa infusorial en luz plana; ×30. La estructura es similar a muchos de los siguientes especímenes, en especial en el grano extremadamente fino, la abundancia de microorganismos, el desarrollo de vetillas; la composición es en gran parte carbonatada, pero chertosa donde los fósiles están mejor desarrollados y en algunas vetillas, sin embargo, las vetillas más tardías son carbonatadas.

Fig. 6. – La misma lámina que la Fig. 5, pero tomada en nícoles cruzados en un punto diferente para mostrar dos tipos de vetillas formadas en las fracturas. Las vetillas carbonatadas cortan todas las estructuras, la sílice fino-granular o las vetillas chertosas son cortadas por carbonato. Su historia es similar a la de E-A×30.

El Espécimen E-23, Fig. 7, del punto en el extremo occidental de la península, es un chert infusorial, rojo, jasperoso, fino, denso, con muchos fósiles microscópicos. Principalmente es un chert manchado con óxido de hierro y compuesto por algo de carbonato. Los diminutos fósiles están bien preservados, a pesar de una casi completa silicificación. Este espécimen particular está menos brechado que los otros de la serie, pero en otros aspectos es muy similar a los demás.

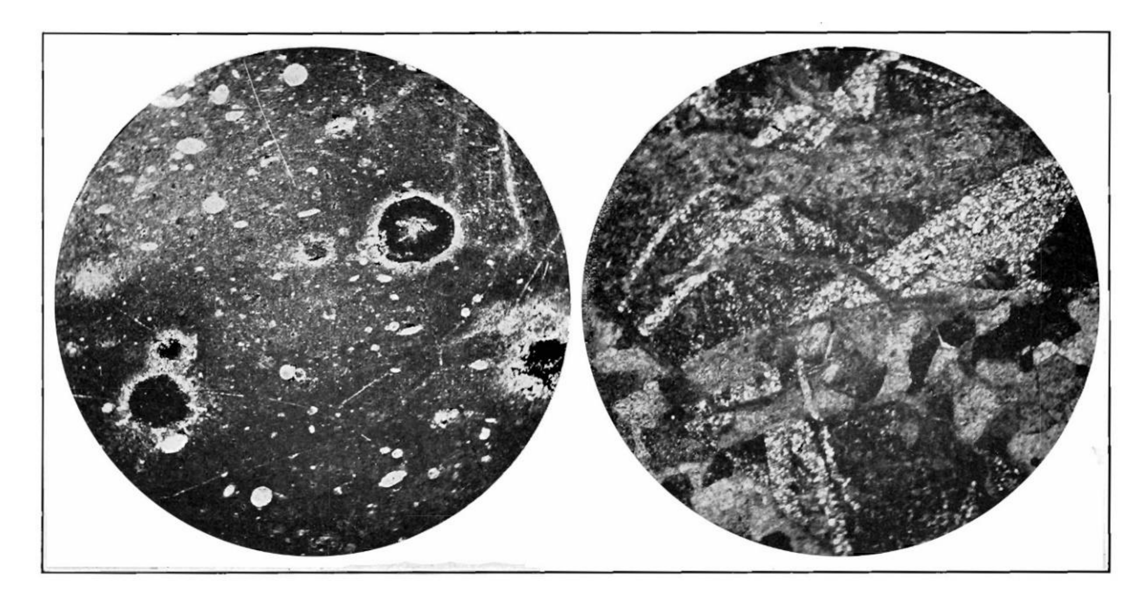


Fig. 7. – Espécimen E-23; Chert jasperoso infusorial; tomado en luz plana; ×30. Tiene un carácter jasperoso fino-granular con numerosos microorganismos dispersos.

Fig. 8. – Espécimen E-A; Chert brechado probablemente derivado de una roca infusorial; las grandes áreas angulares, uniformes son chert brechado y representan las condiciones originales; es cortado por vetillas de un agregado fino de chert, el cual se detiene abruptamente en los márgenes de los fragmentos de brecha, los mismos que están unidos por carbonatos.×30

El Espécimen E-A, Fig. 8, de los acantilados en el extremo occidental de la península, es un chert veteado, muy brechado, color-oscuro, derivado de una roca infusorial. Es similar a los ya descritos, excepto que está más brechado. El primer material cementante es silíceo, pero el segundo es carbonatado. Por tanto, el brechamiento parece haber ocurrido durante el cambio de condiciones que le proporcionaron dos materiales cementantes. Este mismo hábito ha sido notado en una o dos rocas, notablemente en la E-20.

El Espécimen E-20, Fig. 9, de La Puntilla, en el extremo occidental de la península, es un típico chert brecha cementado con carbonato. Antes del brechamiento, la roca era un chert desarrollado en un depósito orgánico de grano fino. Si se considerase sólo a este espécimen sería difícil juzgar la naturaleza de la formación original, pero los otros miembros de la serie completan todas las gradaciones entre este tipo particular de material y otros en donde los microorganismos son prominentes. En este espécimen, los organismos están casi completamente obliterados por la chertificación y brechamiento, pero similar a los demás en otros aspectos. La roca probablemente experimentó el brechamiento antes de que se completase la chertificación. Por tanto, algunos de los fragmentos son complejos, compuestos por trozos de brecha cementados con chert. Después, el carbonato fue el material cementante, en lugar de la sílice. Todas las vetillas tardías son carbonatadas.

El Espécimen E-B, también de los acantilados en el extremo occidental de la península, es un chert meteorizado, blanco, denso, de textura microfina. Su origen orgánico es más evidente que el E-A y muestra una variedad de fósiles, principalmente foraminíferos. La única diferencia entre esta muestra y algunos de los especímenes de chert más extraños es que los fósiles están mejor preservados. La estructura secundaria es pseudomorfa y amorfa por remplazamiento. La sílice fue introducida y ahora la roca debe ser clasificada como un chert infusorial.

El Espécimen E-29, Fig. 10, de la colina aislada llamada "Carnero" en la costa sur, es una roca brechada, de textura lisa (*close-textured*), extremadamente fina, blanca, claramente de origen orgánico. Los minerales primarios esenciales fueron en gran parte fragmentos infusoriales silíceos. La roca está completamente chertificada, pero preserva multitudes de fragmentos microorgánicos por los cuales originalmente estaba compuesta.

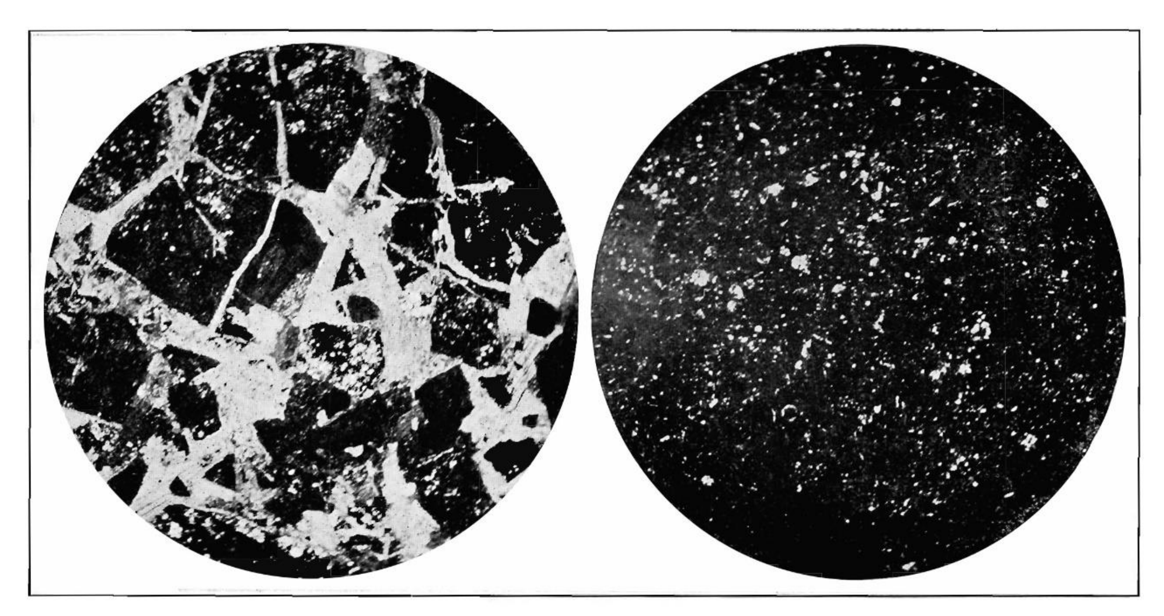


Fig. 9. – Espécimen E-20; Roca chertosa brechada con abundantes vetillas de cal (*lime*); tomada en nícoles cruzados; ×30. Presenta un carácter brechoso, la matriz es un material fino chertoso, el material que rellena las fracturas y vetillas es carbonatado; las partes chertosas están brechadas por ellas mismas, como si el fracturamiento hubiese ocurrido durante la chertificación

Fig. 10. – Espécimen E-29; Roca chertosa infusorial; tomada en nícoles cruzados; ×30. Presenta un grano extremadamente fino; los constituyentes visibles son pequeñas manchas y hojuelas o rodillos; el arreglo disperso sugiere un control primario, como reemplazando a una estructura anterior; algunos son circulares o con forma de anillo indicando la anterior presencia de una pequeña forma fósil

El Espécimen E-44-D, Figs. 11 y 12, proviene del segundo afloramiento de cherts a lo largo de la costa al este de Salinas. Se obtiene petróleo del mismo tipo de roca en los pozos cercanos. Es un chert infusorial, blanco, denso, de textura microfina; su estructura original era orgánica. Está indurado, veteado y brechado. Se confirma el origen orgánico por los fósiles bien preservados que representan una buena conexión entre los especímenes con un prominente contenido fósil y aquellos cherts finos en donde los fósiles han sido destruidos.

El Espécimen E-22, Fig. 13, tomado de un pozo petrolero, es una roca de textura microfina, verdosa, brechada, veteada. Probablemente en un inicio fue clástica, ya sea ceniza o lutita, ahora está completamente silicificada. Los minerales originales fueron cuarzo y quizá una variedad de otro material fino, con pirita. Después de la deformación, se introdujo carbonato, fluorita y pirita. Esta roca parece haber sido más fragmental que las otras, pero las únicas partes que se preservan son excesivamente fino-granulares; el resto de la roca es chertoso con vetillas de carbonato. Se piensa que posiblemente fue una lutita con ceniza que experimentó silicificación en la misma forma que las otras rocas; pero no se puede determinar si existía materia orgánica en cantidades considerables. La roca tiene diminutas manchas de pirita, está brechada y excesivamente veteada con carbonato. Algunas vetillas tienen un material incoloro, considerado como fluorita, no observado en los otros especímenes.

El Espécimen E-40, Fig. 14, también de los pozos petroleros, es una roca de textura fina, aspecto de lutita, color verdoso-gris o azulado, con algunos restos orgánicos, en un inicio principalmente clástica. Los minerales primarios fueron fragmentos de cuarzo, carbonatos, láminas de mica, y fragmentos fósiles especialmente foraminíferos, glauconita, y pirita. Esta roca contiene muchos fragmentos minerales, en particular de feldespato y cuarzo; la matriz es en gran parte carbonatada. Quizá representa al extremo de un ensamble clástico de la serie. La mayoría de los otros especímenes es dominantemente orgánica; el material clástico sugiere la posibilidad de una derivación de una ceniza.

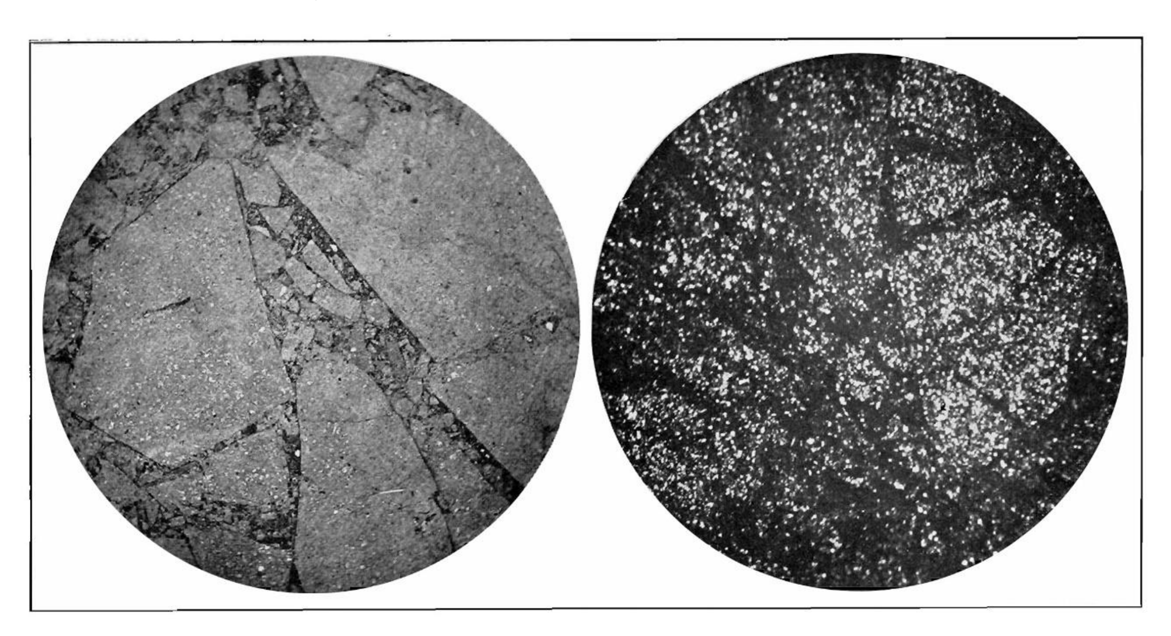


Fig. 11. – Espécimen E-44-D; Roca brechada esencialmente un chert infusorial; tomada en luz plana; × 30. Presenta una textura uniforme y una estructura brechada. Parches lisos y angulares indican el brechamiento desde que la roca se compactó; las estructuras originales, consideradas como orgánicas, han sido en gran parte obliteradas por chertificación.

Fig. 12. – Mismo campo que en la Fig. 11, pero tomada en nícoles cruzados para mostrar la textura extremadamente fina; la estructura brechada no se observa tan bien como en luz plana. ×30.

Algunos de los especímenes mostrados son cherts finos en donde la estructura original ha sido casi completamente destruida, mientras otros aún conservan las formas clásticas y orgánicas. No hay duda que todos tienen el mismo origen, son sedimentos compuestos esencialmente por restos orgánicos silíceos y calcáreos. En algunos especímenes, hay mucho material clástico angular, que sería ceniza. El contenido orgánico varía ampliamente. La tendencia de las rocas es hacia la chertificación; casi todas están brechadas y veteadas con carbonato, lo que en algunos casos parece remplazar parte del chert. Dos o tres son más extraños y contienen material fragmental más fino. La serie completa representa a capas de organismos microscópicos, con algo de material fragmental muy silicificado y brechado. En un caso se observó un poco de fluorita en las vetas; se piensa que indica influencia ígnea.

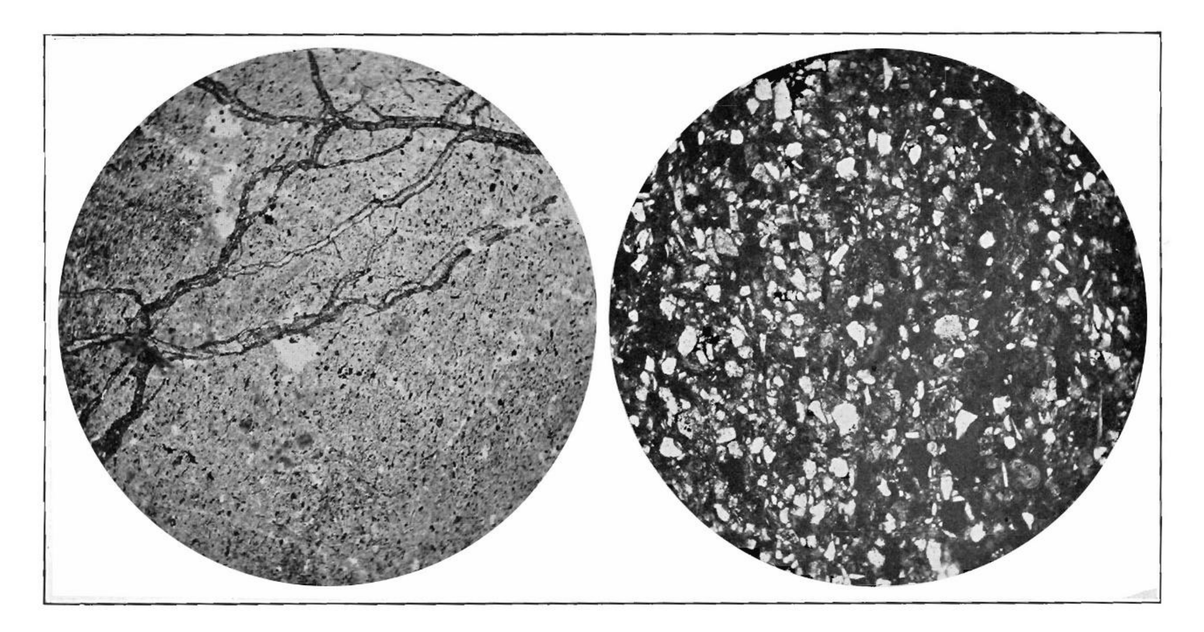


Fig. 13. – Espécimen E-22; Ceniza brechada, silicificada, o lutita; tomada em luz plana; × 30. Roca fino-granular con fracturas y vetas; es uno de los especímenes más extraños.

Fig. 14. – Espécimen E-40; Grit con aspecto de lutita con foraminíferos, probablemente con ceniza; tomada en luz plana × 30. Presenta una compleja composición incluyendo a fragmentos minerales angulares (claro), material carbonatado (matriz gris), pequeñas formas fósiles, constituyentes menos importantes principalmente limonita (muy oscuro), y un poco de glauconita.

En los cherts sólo hemos visto fósiles microscópicos. La serie de láminas examinadas por el Dr. H. N. Coryell de la Universidad de Columbia, contiene los siguientes fósiles: E-23, Spumellaria y Nassellaria; E-B, Spumellaria, espículas de esponja, y pinchos de Radiolarios; E-C, Dentalina, Spumellaria, Rotalia, Orbulina universa y Textularia; E-40, Textularia cf. globifera, Orbulina universa, Globigerina y Rotalia; E-29, Spumellaria (muy abundante), pinchos de Radiolarios, espículas de esponja y Orbulina universa; E-44, Spumellaria, espículas de esponja y pinchos de Radiolarios.

El Dr. Coryell indica: “La fauna consiste en foraminíferos de cámara simple a múltiple, unicelulares, que secretan cal (*lime*) y radiolarios de cámara simple que secretan sílice. Los animales de esta naturaleza son pelágicos, y viven cerca de la superficie del mar en grandes números. Los restos de radiolarios silíceos se encuentran en aguas profundas y someras; los foraminíferos calcáreos y esponjas silíceas son habitantes del mar somero…Las formas son consistentes con una edad del Cretácico, algunas de ellas también son apropiadas para el Eoceno. En general se considera que la serie es del Cretácico.”

Estructura de los Cherts

Debido a que en todas partes los cherts están triturados no existe rastro de estratificación (ver Fig. 15) y por tanto no se tiene idea de su espesor. El único lugar de toda la península donde la estratificación es evidente se encuentra inmediatamente junto a los sills de diabasa. Por la influencia protectora de esta resistente roca se preservaron algunos pies de estratificación. También el hecho de que las rocas ígneas no están asociadas con las areniscas y lutitas del Terciario tiende a probar que fueron intruidas antes de que se formaran las rocas del Terciario.

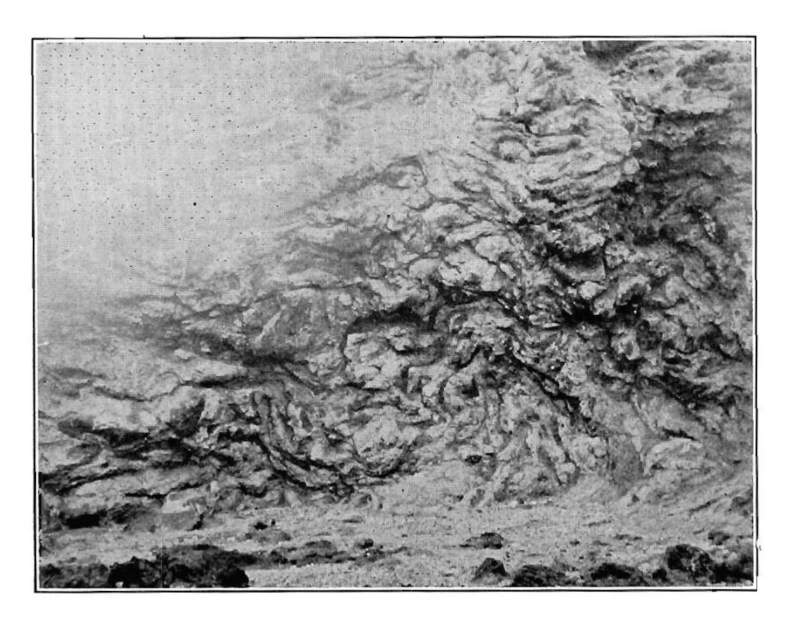


Fig. 15. – Cherts de la Península de Santa Elena; nótese el aspecto perturbado. (Fotografía de Theron Wasson).

Pozos petroleros en los Cherts

Los pozos de donde se obtiene petróleo están en los cherts. Como se muestra en la Fig. 16, existen seis grupos de pozos petroleros, cada grupo consiste en 20 a 40 pozos que varían su profundidad entre 10 y 72 ft. y en diámetro de 5 a 10 ft. Estos grupos, comenzando en la costa norte, son: el grupo del Sindicato Chileno, 1 milla al oeste de Salinas; el grupo Carolina Refinery, 4 millas al este de Salinas; el grupo Republic Refinery, un poco más de 3 millas al oeste de Santa Elena, el grupo Santa Paula cerca de la costa sur, 5 millas al sureste de Salinas; un grupo a medio camino entre Santa Paula y los grupos de Republic Refinery; dos pozos en la costa norte al noreste del faro.

En todos estos pozos el petróleo rezuma por los cherts y se acumula en el fondo donde es recogido en cubetas, traído hacia la superficie usando molinetes, y colocado en barriles que son transportados por burros hacia las refinerías.

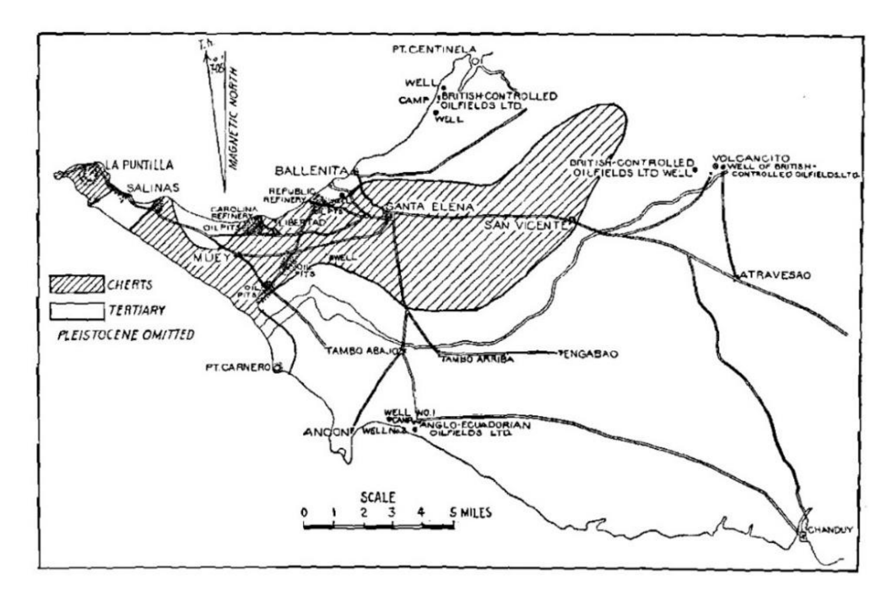


Fig. 16. – Península de Santa Elena

Rocas ígneas

La distribución de las rocas ígneas es ínfima. Sólo fueron encontradas[3] en la costa norte al este de la refinería Carolina, y (como fue reportado por Theron Wasson[4]) en la vía férrea entre Santa Elena y Volcancitos. En la refinería Carolina, cinco diques ígneos cortan los cherts. En un lugar, parecen estar plegados con cherts, introducidos primero como un sill en los cherts y luego plegados, fallados, y triturados con ellos.

Sólo un espécimen, E-46, Fig, 17, fue tomado de los diques o sills cerca de Cautivo (refinería Carolina). Es una roca oscura cristalina de textura media, cuya estructura original parece ser diabásica y algo porfirítica. Los minerales primarios esenciales son labradorita, augita, y algo de olivino alterado. Los minerales primarios accesorios son magnetita y apatito. Los minerales secundarios son clorita, uralita y cuestionable serpentina, y algo de limonita. La roca está relativamente fresca, hecho que en el trópico no significa que sea de origen reciente. Sólo el olivino está alterado. La roca tiene una estructura diabásica y hábito porfirítico, lo que es más prominente que la diabasa usual. Intentamos indicar este doble hábito llamándola diabasa porfirítica. Considerando su relación estructural con los cherts creemos que estas rocas ígneas también son del Cretácico.



Fig. 17. – Espécimen E-46; Diabasa porfirítica; tomada en nícoles cruzados; × 30. Presenta una estructura de diabasa cristalina; un gran fenocristal de piroxeno se extiende en el lado del campo de visión, pero en su mayoría se observa listones de plagioclasa bien formados, con piroxenos, olivino alterado, y magnetita ocupando los espacios intersticiales.

[3] Un geólogo que recientemente visitó la región piensa que existen flujos de rocas ígneas cubriendo a los cherts volcados y a otras rocas ígneas más antiguas, además indica que el reservorio del pueblo de Salinas está situado en esta capa de lava impermeable. No vimos esta ocurrencia.

[4] Theron Wasson, reporte privado

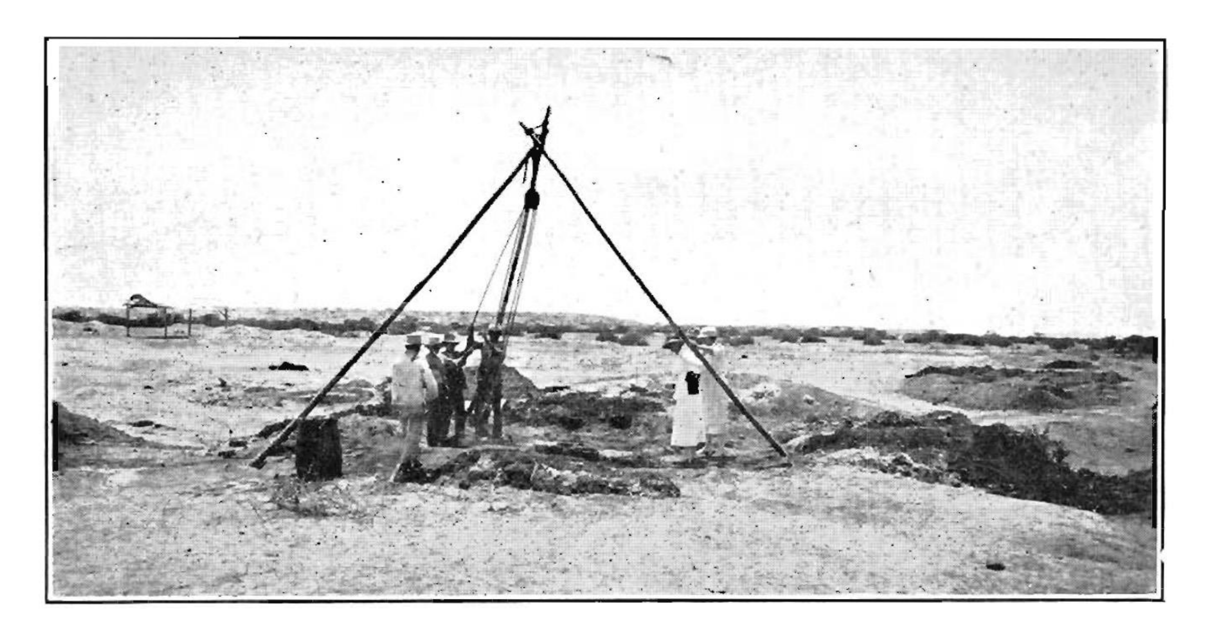


Fig. 18. – Trípode con polea para levantar cubetas de petróleo y agua de los pozos, en la Península de Santa Elena.

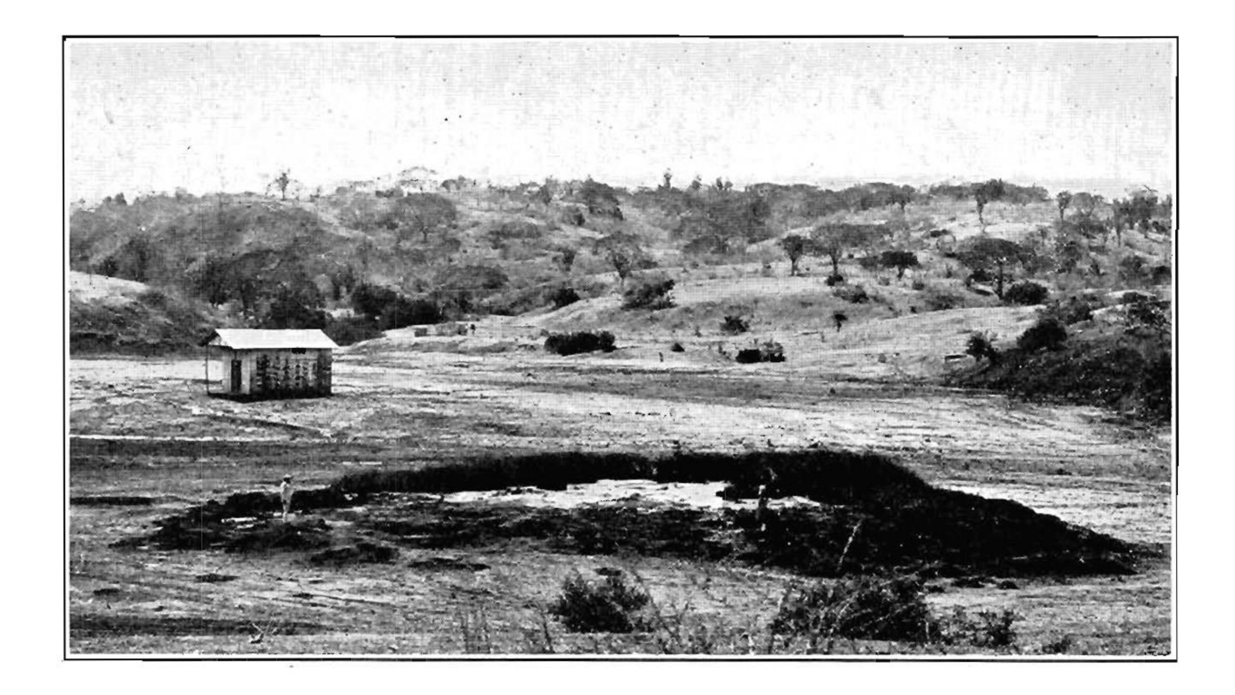


Fig. 19. – Volcán de lodo cerca de San Vicente; un cobertizo se encuentra en las aguas termales donde los enfermos se bañan.



Fig. 20. – Afloramiento de areniscas del Terciario y el valle cerca del segundo pozo de British Controlled Oilfields Ltd., Volcancitos.

Lutitas y areniscas del Terciario

Sin considerar la extensión superficial del Pleistoceno, casi la mitad de la península está compuesta por una gruesa serie de areniscas y lutitas arenosas que no están asociadas con rocas ígneas y pensamos son del Terciario, con base en el hecho de que parece suprayacer a los cherts cretácicos y con certeza de que es más antigua que los depósitos del Pleistoceno. En su estudio no encontramos fósiles, excepto en las cercanías de Centinela, en la costa norte; desafortunadamente eran pocos y muy fracturados de modo que no intentamos analizarlos. Estas areniscas y lutitas probablemente tienen varios miles de pies de espesor y aunque en la costa sur cerca de Ancón están descoloradas por un pequeño *seepage* de petróleo, no se han observado capas de lutita negra carbonácea. En pocos lugares observamos, especialmente en Centinela, en la costa norte y cerca de Ancón, una pequeña cantidad de lignito y yeso en el conglomerado que se encuentra por aquí y por allá. Cerca de los cherts están siempre muy plegadas y falladas, pero lejos de estos los estratos están menos perturbados y, en la costa sur, son casi horizontales aunque existen fallas con un considerable salto, como en el promontorio de Ancón. En general, es difícil determinar anticlinales. Dos pliegues marcados existen en la costa norte cerca de Centinela y se cree existe un amplio pliegue en las cercanías de Ancón, donde Anglo-Ecuadorian Oil Co. Ltd., está perforando. En las capas volcadas de las rocas terciarias, 11 millas al noreste de Santa Elena, existe un volcán de lodo (ver Fig. 19) de 10 ft. de alto, con un cono de 100 ft. de diámetro, y un diámetro superior de casi 20 ft. Está compuesto por lodo y brea (*tar*). Constantemente el gas es expulsado por el orificio central, a veces con una considerable fuerza. Cerca existen aguas termales que son consideradas como medicinales.

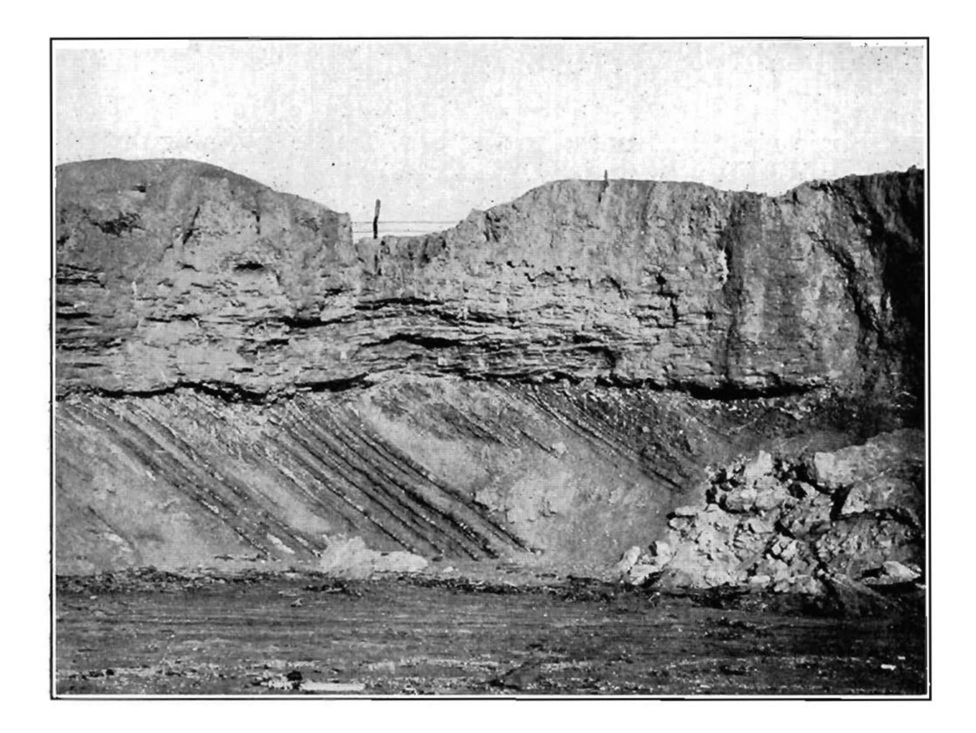


Fig. 21. – Discordancia angular entre la cobertura pleistocénica y capas volcadas del Terciario, en la costa norte de la Península. (Fotografía de Theron Wasson).

Formación del Pleistoceno (Tablazo)

Esta formación se encuentra como una delgada cubierta sobre las rocas del Cretácico y Terciario, y es algo extensa, ver Fig. 21. Está compuesta por conchas marinas y contiene, en algunas partes, huesos de vertebrados. De las cuatro clases de roca encontradas en la península, ésta tiene la edad más certera. Sin embargo, no hemos visto una lista de fósiles. Wolf [5], al describir los vertebrados de esta formación, dice que en las cercanías de Santa Elena se han encontrado grandes huesos que se determinó pertenecen a Mastodon Andium y Equus Andium, los mismos son encontrados en la cima de los Andes en las tobas y capas aluviales cerca de Riobamba, Ecuador[6].

[5] Wolf Theodor (1892) Geografía y Geología del Ecuador.

[6] Branco W. (1883) Über eine fossile Säugethier Fauna von Punín bei Riobamba in Ecuador nach den Sammlungen von W. Reiss und A. Stübel. Geol. Und Palaeont. Abhandlungen, 1, 2, 166 pages.

[The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, January 1924, pp. 195-207]

DESARROLLO PETROLERO EN ECUADOR DURANTE 1923

por

JOSEPH H. SINCLAIR

Traducción al español por Stalyn Paucar

Referencia bibliográfica

SINCLAIR JOSEPH H. (1924) Oil development in Ecuador. [Desarrollo petrolero en el Ecuador]. The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, pp. 195-207. En Paucar Stalyn (2022) Compilación de los trabajos de Joseph H. Sinclair, Roy J. Colony, Theron Wasson y Charles P. Berkey en Ecuador, 1923-1932, Quito, pp. 45-58.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

Parte de la República del Ecuador se encuentra en el hemisferio norte y otra parte en el hemisferio sur. La línea ecuatorial pasa a casi 11 millas al norte de Quito.

Pasando el ecuador casi en ángulos rectos, y extendiéndose desde Colombia hacia Perú, los Andes forman las tierras altas que, en sección-transversal, se asemejan a un cono truncado, cuya parte superior tiene casi 40 millas de ancho y se encuentra a 10000 ft. sobre el nivel del mar, mientras la base tiene 80 millas de ancho y se extiende desde el nivel del mar, en la Costa del Pacífico, hasta la llanura Amazónica en el este. En esta tierra alta existen varios volcanes activos y extintos, que forman cadenas montañosas casi paralelas en los límites orientales y occidentales, respectivamente, del plateau. A menudo son referidas como Cordillera Oriental y Occidental de los Andes, aunque su paralelismo es cuestionable. El punto más alto se encuentra en el Chimborazo, a casi 21000 ft. sobre el nivel del mar; entre otros se encuentran el Cotopaxi a casi 18000 ft. sobre el nivel del mar.

El desarrollo de los recursos petroleros del Ecuador está muy influenciado por los Andes, no sólo por su composición y estructura geológica sino también por ser una barrera entre las tierras bajas del Pacífico y parte de la llanura Amazónica que pertenece al Ecuador, puesto que el límite oriental de la República está en disputa con Perú. Por tanto, para entender el desarrollo de los recursos petroleros del Ecuador y los límites del mismo, debemos tener en mente tres divisiones fisiográficas, *viz.*, la región Costa en el oeste, el plateau Andino en el medio, y la llanura Amazónica en el este.

El primer efecto importante de esta división fisiográfica tripartita es tener dos conjuntos de regulaciones de petróleo: uno para la porción al este de los Andes, y otro para el plateau Andino y la Costa, aunque es probable que los dos conjuntos de regulaciones, en parte, sean producto de la disputa del territorio con Perú.

El desarrollo de los recursos petroleros en el este del Ecuador, o el "Oriente" es regulado por el decreto del Nov. 26, 1920, que le entrega al Presidente el poder:

> "Primero, de realizar adjudicaciones bajo los términos y condiciones que sean prudentes y convenientes para los depósitos petroleros en la Región Oriental; y segundo, la autoridad de explotar dichos depósitos directamente o mediante la delegación a compañías nacionales o extranjeras con las cuales se pueda establecer contratos ad referendum que sean lo más convenientes."

Este decreto entrega un poder casi ilimitado al Presidente.

El desarrollo petrolero en todo el Ecuador, además de la Región Oriental, está regulado por la ley de Oct. 18, 1921, con la enmienda de Oct. 20, 1922, que entrega al Presidente el derecho de conceder la explotación a cualquier persona o compañía, de bloques de 5000 hectáreas (12355 acres o casi 19 millas cuadradas) por un periodo de 40 años con el derecho a una prórroga de 10 años, las regalías varían entre el 5 y 12 por ciento.

Las rocas petrolíferas del Cretácico y Terciario originalmente cubrían a todo el Ecuador, pero el levantamiento de los Andes, en el Terciario Tardío, ha eliminado en la región Andina a casi todo, excepto a los restos del Terciario. Ha fracturado, fallado y cubierto con masas de debris volcánicos al Cretácico de los Andes y ha modificado considerablemente la orientación (*attitude*) del Terciario y Cretácico hacia el este y oeste de las montañas.

DESARROLLO PETROLERO EN LA COSTA DEL PACÍFICO

La geología de la región era prácticamente desconocida hasta que, con la creciente atención al petróleo, la geología de aquella parte a lo largo del Golfo de Guayaquil y el Océano Pacífico fue estudiada. Aunque a veces se le suele nombrar Planicie Costera del Pacífico, gran parte de la región contiene colinas que alcanzan altitudes de 2500 pies sobre el nivel del mar. Sin embargo, a lo largo de la costa existen partes estrechas de verdaderas planicies costeras; el desarrollo petrolero se ha restringido a estos últimos lugares. La superficie de la Costa está compuesta principalmente por sedimentos del Terciario y Pleistoceno entre los cuales, por aquí y allá, como islas, se elevan áreas montañosas, en parte por lo menos, de rocas cretácicas.

Las perforaciones para obtener petróleo han sido realizadas en tres partes; *viz.*, las cercanías de Manta en la Costa del Pacífico, 120 millas en línea recta al noroeste de Guayaquil; en el distrito Amen, 30 millas al suroeste de Guayaquil; y en las cercanías de la Península de Santa Elena, casi 57 millas al oeste de Guayaquil.

Desarrollos cerca de Manta

La superficie de las cercanías de Manta consiste en terrazas del Pleistoceno a 50 pies sobre el nivel del mar, donde no conocemos la existencia de *seepages* de gas o petróleo. La perforación ha sido de naturaleza exploratoria con la esperanza de que las formaciones petrolíferas de Santa Elena se encuentren a una profundidad razonable. La única compañía que ha perforado ha sido la International Petroleum Co. Ltd., de Canadá, la cual empezó a finales de 1920. Han sido perforados dos pozos. El primero llamado Manta No. 1, está ubicado directamente sobre la costa a 6 millas al norte de Manta y a 1½ millas al oeste del pueblo de Jaramillo. Este pozo fue abandonado en Junio, 1922, después de alcanzar una profundidad de 3425 pies, habiendo encontrado pequeños indicios de gas y gran cantidad de arenas acuíferas. El segundo pozo, Manta No. 2, se ubica en el valle del Río Pacoche, casi 10 millas al suroeste de Manta y a 3 millas desde la costa. Este pozo alcanzó una profundidad de 1350 pies y fue abandonado en Julio, 1923. A partir de los 850 pies hacia abajo, se penetra en una lutita negra dura y rocas basálticas densas. No se encontraron indicaciones favorables de gas o petróleo en este pozo y entendemos que no se tiene planeado seguir con el desarrollo.

Desarrollos cerca de Amen

El interés en esta región, ubicada a casi 20 millas al norte del Golfo de Guayaquil y a casi 30 millas al suroeste de la ciudad de Guayaquil, empezó en 1921 con el descubrimiento, por los geólogos, de una estructura anticlinal donde se pensó que las formaciones petrolíferas de Santa Elena serían encontradas a una profundidad razonable. El eje de este pliegue es notado a 4 millas al norte de Billingota y continúa al este por las cercanías de Meami. Se lo observa por última vez a casi 2 millas al sur de Bajada. Este tramo de 17 millas ha sido completamente cubierto por solicitudes petroleras. Los flancos del pliegue tienen buzamientos de 10° a 15°; la superficie es de capas miocénicas.

Después de la Standard Oil Co. de California la cual actualmente controla un área que suma casi 150 millas cuadradas, la South American Gulf Oil Co. y la International Petroleum Co. Ltd. de Canadá han obtenido propiedades, la primera controlando casi 140 millas cuadradas y la última casi 110 millas cuadradas.

La Standard Oil Co. es la única compañía, hasta ahora, que ha empezado a perforar. Se empezó un pozo en la cresta del pliegue a casi 8 millas al noreste de Amen y actualmente está a una profundidad de 3600 pies. Se han utilizado herramientas de percusión (*cable tools*) y no han encontrado petróleo. Se ha reportado que se encontró un indicio de gas a una profundidad de 2850 pies. Además de esta perforación la Standard Oil Co. ha mejorado la autopista entre Guayaquil y Chongón, ha construido un nuevo camino entre Chongón y el sitio de perforación, y ha mejorado el camino entre el sitio de perforación y Billingota. El campamento, ubicado a 8 millas al noreste de Amen, tiene equipos modernos. En realidad, es un pequeño pueblo para la residencia de empleados, 110 ecuatorianos, 6 europeos, y 13 norteamericanos.

Desarrollos en la Península de Santa Elena

La Península[1] de Santa Elena es la zona más occidental del Ecuador continental, está situada a casi 75 millas al oeste de Guayaquil. Hasta ahora, la región ha producido gran parte del petróleo del Ecuador; también, recientemente, casi toda la producción ha sido obtenida de pozos superficiales excavados a mano. Desde la guerra, la perforación por métodos modernos ha sido realizada con cierto éxito y, al presente, gran parte de la península está bajo el control de Anglo-Ecuadorian Oilfields Ltd., de Londres; Mackay-Harmsworth Oil Exploration Co. Ltd.; International Petroleum Co. Ltd., de Canadá; y South American Gulf Oil Co. La Standard Oil Co. de California tiene muchas zonas entre Volcancitos y la costa sur.

La existencia de petróleo en la Península de Santa Elena aparentemente ha sido conocida por dos siglos. Redwood[2] indica que la "Historia del Reino de Quito" de Velasco, publicada en 1700, relata acerca de las operaciones relacionadas con la producción de alquitrán (*pitch*) en Santa Elena. Theodor Wolf [3] quien visitó la región en 1873, describe los pozos para recolectar petróleo, indica que éste exuda en gotas, junto con agua salada, de los lados de los pozos. Para entonces, al igual que ahora, el petróleo era separado del agua salada.

Actualmente, existen casi 2000 pozos en la península, ubicados en varios grupos. El grupo más occidental consiste en 50 pozos cerca del pueblo de San Lorenzo, en la costa norte a casi 2 millas al este de Salinas. Ésta es la propiedad de la Empresa Luz y Fuerza Eléctrica de Guayaquil. Se ha reportado que la producción de estos pozos es de casi 300 bbl por mes y es obtenido de areniscas pleistocénicas, en parte suprayaciendo a cherts triturados y en parte suprayaciendo a lutitas con estrías del Cretácico Superior. El crudo es enviado por pequeños botes hacia Guayaquil para su uso como combustible en la planta eléctrica y en la planta de gas de la ciudad.

Existe otro grupo de pozos en la costa norte a casi 5 millas al este de Salinas. Es propiedad del Señor Lecaro, quien tiene una pequeña refinería en la costa al norte de los pozos. También controla otro grupo de pozos en Santa Elena, a casi 2½ millas al sur de la refinería. En estos dos grupos, existen casi 600 pozos con una profundidad entre 10 y 50 pies.

---

[1] Sinclair Joseph H. and Berkey Charles P. (1923) Cherts and Igneous Rocks of the Santa Elena Oil Field, Ecuador. *Trans,* 69, 79.

[2] Sir Boverton Redwood (1896) A Treatise on Petroleum. 1, 103.

[3] Wolf Theodor (1874) Relación de un Viaje Geognóstico por la Provincia del Guayas, Quito.

Otros dos grupos de pozos, casi 600, son controlados por Mackay-Harmsworth Oil Exploration Co. Ltd. Un grupo se encuentra en la costa norte a casi 2 millas al noroeste del pueblo de Santa Elena; en la costa cercana se encuentra la refinería República o Cautivo de esta compañía. El segundo grupo se ubica en una zona llamada "Achallan", a casi 1 milla al noreste del grupo Santa Paula.

Hay cientos de pozos cerca de los anteriores grupos, los cuales son controlados por diversos intereses.

El petróleo obtenido de estos pozos proviene de los cherts triturados a los cuales se les asocia rocas ígneas. Los cherts, en algunas partes, están cubiertos por una delgada capa de material costero del Pleistoceno. En un inicio las rocas ígneas parecen haber sido sills de carácter diabásico dentro de los cherts predecesores, para posteriormente estar involucrados con estos en el subsiguiente plegamiento y trituración que ha destruido por completo la sedimentación de los cherts. Algo del petróleo se ha impregnado en las capas horizontales suprayacentes del Pleistoceno.

El petróleo de los pozos varía desde 24° Bé hasta casi asfalto puro. El petróleo de los pozos no es refinado, éste es usado como combustible (*fuel oil*) y para la extracción de alquitrán. Gran parte del crudo es enviado a Guayaquil para ser usado como combustible.

Las primeras cifras de producción de los pozos son de 1909, cuando Clerc[4] reporta la producción de 300 tons (casi 2100 bbl mensuales). En otro lugar, Brodie reporta la producción de 20 pozos en 600 a 800 bbl por mes, indicando que algunos de los pozos producen a lo mucho 7 bbl al día en un principio. Mercer[5] reporta la producción, para 1913, en 10000 a 20000 bbl. En 1921, la producción fue estimada en 4000 bbl mensuales.

La perforación para extraer petróleo, en contraste con una excavación, empezó en los cherts cerca de los pozos y desde entonces se ha extendido a las Formaciones Terciarias al este.

En la actualidad, las siguientes compañías han perforado: Señor Lecaro, Mackay-Harmsworth Oil Exploration Co., Anglo-Ecuadorian Oilfields Ltd., y British Controlled Oilfields Ltd.

Señor Lecaro tiene casi seis pozos de 300 pies de profundidad promedio, todos en los cherts o en las delgadas capas de cobertura del Pleistoceno. Tres de estos pozos están cerca de la refinería, 5 millas al este de Salinas, y tres en las cercanías de Santa Paula. Se ha reportado que algunos de estos pozos producen 14 bbl al día en un principio. Su producción promedio es ahora de 4 bbl diarios cada uno. La gravedad de este petróleo es menor que la de los pozos, como todo el petróleo profundo de la península, con un promedio de 35° a 37°Bé y contiene de 30 a 35 por ciento de gasolina y 28 por ciento de keroseno. La refinería Lecaro, en Carolina, entendemos que sólo trata al petróleo de esos pozos someros. Esta refinería, también conocida como la refinería Viggiani, es la más antigua de la península y ahora produce, de acuerdo con el reporte (probablemente exagerado), más de 3000 latas (*cans*) al mes cada una conteniendo 5 gal. de gasolina. La refinería es simple – una planta separadora (*skimming plant*) con una destiladora (*still*) horizontal con 500 bbl de capacidad. Una tubería de 2 pulgadas y casi 2 millas de largo que lleva el petróleo ligero desde Santa Paula hacia la refinería Carolina.

---

[4] Brodie Walter M. (1919) Petroleum in Ecuador. *Eng. & Min. Jnl.* 107, 941-944.

[5] Mercer J. W. (1916) Mining in Ecuador. *Eng. & Min. Jnl.* 101, 343.

La Mackay-Harmsworth Oil Exploration Co. tiene cinco o seis pozos someros, probablemente de casi 300 pies de profundidad en la solicitud petrolera de Achallán, 1 milla al este de Santa Paula. Estos pozos también están en los cherts y producen un petróleo ligero similar al de Santa Paula, el cual es llevado por una tubería de 2 pulgadas casi 2 millas hacia la refinería de Mackay-Harmsworth en la costa norte, casi 2 millas al noroeste de Santa Elena.

Esta compañía también tiene cuatro pozos, con menos de 500 pies de profundidad, en la terraza inmediatamente al oeste de Santa Elena, y un quinto, de casi 2250 pies de profundidad, en las cercanías. Cada pozo somero produce casi 3 bbl al día.

La Mackay-Harmsworth Co. ahora está perforando un pozo en la solicitud petrolera de Aquimi, al suroeste de Cautivo, y ahora tiene 1800 pies de profundidad. Ha obtenido cierto número de indicios de petróleo y gas. El petróleo ligero de los pozos es refinado en su refinería en Cautivo, la cual es del mismo tipo que la Lecaro en Carolina. El petróleo, al igual que otro petróleo ligero de la península, varía entre 35° y 37° Bé y contiene de 30 a 35 por ciento de gasolina y 28 por ciento de keroseno.

La Anglo-Ecuadorian Oilfields Ltd., de Londres, ingresó a este campo en 1918 cuando Lobitos Oilfields Ltd., ocupó 150 millas cuadradas del territorio en la península y hacia el norte tan lejos como Ayangue. Anunció que sus geólogos, luego de un estudio, obtuvieron una opinión favorable acerca de las posibilidades. Al momento de la compra, un pozo era perforado cerca de Ancón en la costa sur. Éste fue un gran cambio en las anteriores perforaciones, las cuales se limitaban a los cherts en las proximidades de los pozos petrolíferos, pero ahora se justificaba porque había indicios de petróleo en las areniscas del Terciario en la costa este de Ancón y debido a un anticlinal plano en las capas del Terciario. Lobitos Oilfields anunció que este pozo, a una profundidad de 2000 pies cuando el campo fue comprado, producía una modesta cantidad. En 1919, la propiedad fue transferida a Anglo-Ecuadorian Oilfields Ltd. En Abril, 1921, esta compañía anunció que este pozo, descrito en su comunicado de Julio, 1918, alcanzó el petróleo a más de 2500 pies y debido al pequeño diámetro de la profunda perforación no se continuó. La producción de este pozo, a partir de entonces conocido como No. 1, fue de 5 bbl por día. En Diciembre, 1921, la compañía anunció que el pozo continuaba fluyendo periódicamente y los reportes a finales de 1923 indican que la producción era de casi 3 bbl por día.

El segundo pozo perforado por esta compañía, No. 2, está ubicado, al igual que el No. 1, en la costa este de Ancón. La compañía ha reportado que, en Marzo, 1921, se alcanzó petróleo a 2562 pies de profundidad. En Diciembre, 1921, se anunció que este pozo se profundizó a 2807 pies cuando empezó a fluir y, conforme la presión del gas era considerable se decidió terminar con el pozo. Se realizaron anuncios para indicar que desde entonces el pozo fluía en intervalos cuyo volumen indicaría que, si fuese bombeado, la producción alcanzaría al promedio del pozo de Lobitos, Perú. La última información reporta que en Junio, 1923, la producción fue de 37 bbl por día.

En Diciembre, 1921, esta compañía anunció que un tercer pozo, No. 3, fue perforado, y estaba ya a una profundidad de 196 pies. Un año después se reportaría que este pozo estaba en dificultades y estaba ubicado en una falla, sin embargo, un reporte reciente indica que se alcanzo una profundidad de 3350 pies y fue abandonado sin haber encontrado petróleo. Este pozo es el primero de una serie perforada en tierras altas lejos de la costa. Las 150 millas cuadradas controladas por la Anglo-Ecuadorian Oilfields Ltd., se extienden hacia el norte tan lejos como Ayangue 44 millas al norte de Santa Elena. En Diciembre, 1921, se anunció que se perforaba un pozo en Ayangue en la costa y que la última profundidad era de 2290 pies. Nada más se ha escuchado acerca de este pozo. Entendemos que lo abandonaron a tal profundidad.

El cuarto pozo perforado por esta compañía, No. 4, en Diciembre, 1922, alcanzó los 2000 pies de profundidad. Los últimos reportes indican que el petróleo se encuentra en una arena petrolífera a una profundidad de 3030 pies obteniendo 50 bbl diarios.

El pozo No. 5, al igual que los 1, 2, 3 y 4, se ubica en las cercanías de Ancón y, en Diciembre, 1922, estaba a 790 pies de profundidad. Un año después, se dijo que empezó como un pozo surgente y expulsó grandes cantidades de petróleo a una altura de 150 pies y, antes de ser cubierto, comenzó a producir a una tasa de 500 bbl por día. El Dr. F. W. Goding[6], el Cónsul General de E.E.U.U. en Guayaquil, reportó que este pozo producía 250 bbl por día. Los últimos reportes indican que se encontró petróleo a 2000 pies de profundidad, donde empezó con una producción de 200 bbl diarios, lo que disminuyó en tres meses a 100 bbl diarios, y ahora la producción es de 75 bbl diarios.

Se reportó, en Diciembre, 1923, que el pozo No. 6 alcanzó los 3100 pies de profundidad con una fuerte presión de gas. En Enero 1, se nos informó que este pozo alcanzó la profundidad de 3160 pies sin haber encontrado indicios de petróleo.

El pozo No. 7 empezó a ser perforado en Abril, 1923, y se reportó en Enero 1, 1924, que alcanzó los 1600 pies de profundidad, habiendo encontrado indicios de petróleo.

Un octavo pozo ahora es perforado y la torre (*derrick*) para el No. 9 está siendo levantada.

Sumando la producción, se tiene entonces:

Pozo No. 1 a 3 bbl. por día entrega en un mes…………..	90 bbl.
Pozo No. 2 a 37 bbl. por día entrega en un mes …………	1110 bbl.
Pozo No. 4 a 50 bbl. por día entrega en un mes …………	1500 bbl.
Pozo No. 5 a 75 bbl. por día entrega en un mes …………	2250 bbl.
Producción mensual total………………………………….	4950 bbl.

Lord Torres, en la última reunión anual de la Anglo-Ecuadorian, en Diciembre 3, 1923, indicó que los resultados de la perforación han sido satisfactorios, que la presente producción era de 3600 bbl por mes, y aunque los pozos en Ecuador, como en el Perú, no son grandes productores, la cantidad de petróleo obtenida era mayor al tancaje que se poseía, por tanto, los pozos han sido mantenidos. Dijo que ellos ahora probaron la existencia de pozos económicamente rentables en un área lo suficientemente grande para justificar la construcción de ferrovías, tuberías, un nuevo puerto, tanques, etc.

[6] Dr. F. W. Goding (1923) Petroleum Development in Ecuador. Commerce Reports, (July 23, 1923), 224.

Además de los dos valores diferentes de producción entregados, el Dr. Goding[7] dijo que la producción mensual en Junio, 1923, alcanzó los 8000 bbl por mes, mientras un reporte reciente por la agencia de Anglo-Ecuadorian en Guayaquil al Gobierno indica que la producción alcanza los 1800 bbl por mes. El promedio de estos estimados es de 4587 bbl por mes, lo cual, con base en el 30 por ciento del contenido de gasolina, indicaría una producción mensual de gasolina de 57796 gal. Si los reportes son verdaderos, que la refinería ha estado enviando 15000 gal. mensuales a Guayaquil desde su terminación, la producción del crudo probablemente se exagera en todos los estimados sobre los 1800 bbl al mes para la Anglo-Ecuadorian. Revisando la producción de crudo por medio de la producción de gasolina, parecería que los 1800 bbl por mes, como fue indicado en Junio 1, 1924, por la agencia de la compañía, son más correctos que los otros tres, puesto que éste valor entrega una producción de 22680 gal. mensual considerando el 30 por ciento de contenido de gasolina del crudo. Por tanto, se tiene el envío de 15000 gal. mensuales y el uso local y venta de 7680 gal.

El único análisis que tenemos de la calidad del petróleo es aquel del Dr. Goding de 12 bbl del pozo No. 5, con los siguientes resultados

	GALONES	**PORCENTAJE**
Gasolina	150	29.77
Bencina comercial	112	22.22
Keroseno	72	14.28
Residuo	170	33.73
Total	**504**	**100.00**

La Anglo-Ecuadorian tiene una refinería en Ancón y se reporta que 15000 gal. de gasolina han sido enviados mensualmente a Guayaquil desde su terminación. En la refinería hay tres tanques, uno de 20000 gal. de capacidad para gasolina, otro de 30000 gal. para keroseno, y otro de 20000 para bencina.

Un nuevo puerto ha sido construido en La Libertad, en la costa norte de la península, casi 10 millas al norte de Ancón. Aquí un muelle (*pier*) de 360 pies de largo y 13 pies de ancho ha sido construido. El agua alcanza casi los 25 pies de profundidad y se espera profundizarla a 30 pies de modo que barcos de vapor que van hacia el océano entreguen material directamente a la península sin hacer trasbordo en Guayaquil.

En La Libertad, dos tanques de almacenamiento han sido completados, cada uno de 90 pies de diámetro y 30 pies de alto con una capacidad reportada de 35000 a 50000 gal. cada uno. Se entiende que en el futuro tres más serán construidos.

Entre Ancón y La Libertad, se construyó una ferrovía y una tubería de 6 pulgadas y, dos bombas de 200 gal. de capacidad por minuto bajo presiones de 250 lb por pulgada cuadrada están siendo instaladas en Ancón.

El campamento en Ancón tiene un equipo moderno con electricidad, fábrica de hielo, y una planta para obtener agua fresca del agua marina, etc.

[7] Loc. Cit.

British Controlled Oilfields Ltd., entró al campo a finales de 1920, y después de perforar cuatro pozos abandonó la península; al parecer los litigios son la causa de su retirada. El primer pozo se ubica en las capas del Terciario en Volcancitos, 11 millas al noreste del pueblo de Santa Elena. Aquí se encuentra un volcán de lodo, cuyo cono truncado, construido a partir de brea (*tar*) y lodo, tiene 10 pies de altura, 100 pies de diámetro en la base y 20 pies de diámetro en el tope. Constantemente el gas es expulsado por el orificio central, a veces con una fuerza considerable, causando una explosión que puede ser escuchada a muchas millas. Cerca existen aguas termales con la presencia de cantidades considerables de gas; éstas son consideradas como curativas para ciertas enfermedades. La ubicación del pozo está a 300 pies del volcán de lodo y cerca de las aguas termales. Después de alcanzar una profundidad de 400 pies, la perforación fue abandonada debido al agua marina caliente y el lodo. Un segundo pozo fue perforado en el mismo valle 1 milla al suroeste; falló por las mismas razones. Los reportes varían al indicar la profundidad alcanzada, entre 150 y 800 pies. El Sr. White, el perforador, nos dijo que al realizar la excavación para la torre (*derrick*) del segundo pozo, encontraron huesos de vertebrados en la delgada cobertura del Pleistoceno que sobreyace al Terciario. Theodor Wolf indica que los huesos de Mastodon Andium y un caballo prehistórico, Equus Andium, son comunes en el Pleistoceno de la Península de Santa Elena.

La British Controlled empezó entonces a perforar dos pozos en la costa norte de la península, casi 4 millas al noreste de Santa Elena, cerca de Punta Centinela. El más septentrional de estos pozos fue perforado a casi 1800 pies de profundidad y luego lo abandonaron. El otro pozo, 1 milla al sur fue abandonado a una profundidad de casi 1000 pies. Estos dos pozos fueron perforados en sedimentos del Terciario en un estrecho pliegue anticlinal; desafortunadamente no fueron perforados a mayores profundidades pues no eran considerados una prueba segura.

De acuerdo con Goding, la producción de crudo en 1922 alcanzó los 50000 bbl. La producción mensual de crudo de una porción de la primera parte de 1923 fue:

PRODUCCIÓN EN BARRILES	**PETRÓLEO PESADO**	**PETRÓLEO LIGERO**	**TOTAL**
Anglo-Ecuadorian Oilfields, Ltd		8000	8000
Mackay-Harmsworth Oil Exploration Co. Ltd	1900	2800	4700
Propiedades de Lecaro	700	600	1300
Juan Alberto Pachano	300		300
Maulme y otros	650		650
Metropole	200		200
Total	**3750**	**11400**	**15150**

Estas cifras parecen ser muy altas debido a la gran discrepancia entre el producto del petróleo ligero y el porcentaje de gasolina calculado con base en el 30 por ciento de contenido de gasolina. Hemos indicado que la Anglo-Ecuadorian probablemente produce, a lo mucho, 1800 bbl por mes y no los 8000 aquí mostrados. La producción de los pozos de Mackay-Harmsworth, con base en 3 bbl por día para los pozos someros y 10 bbl por día para los profundos, alcanzaría los 1200 bbl de petróleo ligero por mes y no 2800. Asumiendo una producción de 3 bbl por día para los pozos someros del Señor Lecaro, su producción de petróleo ligero sería de 540 bbl por mes. La producción total de petróleo ligero sería:

	BARRILES
Anglo-Ecuadorian Oilfields, Ltd.	1800
Mackay-Harmsworth Oil Exploration Co.	1200
Lecaro	540
Total por mes	**3540**

Incluso con los valores reducidos del petróleo ligero, *i.e.*, de 11400 bbl mensuales a 3540 bbl, no podemos justificar tal gasolina faltante. Con base en el 30 por ciento de contenido de gasolina de los 3540 bbl se obtendría 44000 gal. por mes. Las cifras entregadas por el Dr. Goding, para Febrero, 1923, son 7720 gal. de gasolina y 7470 gal. de keroseno; y para Julio 12, 440 gal. de gasolina y 7320 gal. de keroseno. Sus valores para la primera mitad de 1923 son: gasolina, 41230 gal. y keroseno 29320 gal. Parecería que una gran cantidad de petróleo ligero es vendido a otras partes y no es entregado a las refinerías.

Aceptando nuestro valor de 3540 bbl por mes de petróleo ligero y el de 3750 bbl del Dr. Goding para el petróleo pesado se obtiene una producción total mensual de 7290 bbl, o 87480 bbl al año.

LOS ANDES

Aunque el Cretácico, y probablemente el Terciario Inferior, han sido involucrados en el levantamiento Andino, gran parte de estos está cubierto por debris volcánicos de los varios volcanes dispersos a lo largo de los Andes. Sin embargo, solicitudes petroleras han sido realizadas en dos distritos donde los sedimentos están expuestos; *viz.*, en las cercanías de Calacalí y Nanegal unas pocas millas al norte de Quito, y en la cuenca de Cuenca, unas millas al norte del límite con Perú. No ha existido desarrollo alguno en tales distritos.

Al norte de Quito, hay indicios de petróleo y pequeños *seepages* de gas en las partes bajas de ciertos valles donde la erosión ha expuesto a pequeñas cantidades de rocas sedimentarias que se encuentran bajo tobas que cubren la región. Nada se conoce acerca de la edad de las rocas estratificadas expuestas. Las rocas ígneas, en uno o dos lugares, también están impregnadas con una pequeña cantidad de petróleo. En una corta visita a esta localidad, en 1920, no intentamos trabajar en la estructura de estas rocas sedimentarias, las cuales están muy fracturadas y falladas.

En la cuenca interandina de Cuenca existen rocas del Cretácico, particularmente la arenisca Azogues. Esta formación siempre está fracturada y ligeramente volcada, en general de 45° a 80° hacia el oeste con un rumbo de norte-sur. Poco se conoce de esta región, existen substancias bituminosas impregnadas en ciertos lugares de la formación Azogues, también el asfalto es común. Las capas bituminosas, en algunas partes, tienen varios metros de espesor, pero el asfalto puro se encuentra en estratos muy delgados.

LA LLANURA AMAZÓNICA

Alrededor de Mayo, 1921, el Presidente del Ecuador, actuando bajo la autoridad que se le entregó por el Decreto Legislativo de Nov. 26, 1920, concedió a Leonard Exploration Co., de Nueva York, una concesión para el desarrollo de los recursos petroleros en una gran área en el este del Ecuador. Las dos parcelas dieron a la compañía derechos prioritarios en un área de 9000 millas cuadradas. La aplicación de esta concesión se basa en información obtenida de Indios que condujo a considerar la existencia de petróleo en la región.

En Agosto 1, 1921, Theron Wasson y Joseph Sinclair entraron en la selva amazónica por el Valle del Pastaza buscando información acerca de las condiciones geológicas en la base de los Andes. En Diciembre 1, salieron por el Valle del Upano, unas pocas millas arriba de Macas. Se publicó una descripción[8] preliminar, pero los resultados geológicos no han sido entregados. Se realizaron grandes colecciones de fósiles y se probó la existencia de formaciones del Cretácico Superior impregnadas con material bituminoso, asfalto, etc. Se encontró *seepages* de gas inflamable y un notable hecho también fue observado, *viz.*, la presencia de estas formaciones del Cretácico Superior bajo buenas condiciones de plegamiento, suave buzamiento, etc., haciendo posible que en la región el petróleo se encuentre en considerable cantidad. Desafortunadamente los términos de la concesión original eran muy severos; y mientras se realizaban las modificaciones no fue posible para Leonard Exploration Co. financiar las operaciones. Actualmente, compañías norteamericanas consideran que los problemas de llevar el petróleo a través de los Andes o bajando por el Amazonas son muy complicados.

Una propuesta fue realizada, en 1922, al Gobierno del Ecuador por una gran compañía petrolera norteamericana para desarrollar una parte de la región; pero, aunque el contrato aceptable para esta compañía hubiese sido eminentemente justo para el pueblo ecuatoriano, no fue aceptado por el Presidente. Se realizó un intento, en 1922, para formar un sindicato de cierto número de compañías petroleras norteamericanas con el fin de obtener el control de toda la región al este de los Andes. Sin embargo, esto no tuvo éxito. Recientemente intereses ingleses tienen sus representantes en el este del Ecuador.

DISCUSIÓN

CHESTER W. WASHBURNE,* New York, N. Y. — ¿Cuál es la naturaleza de los sedimentos en el lado oriental de los Andes?

JOSEPH H. SINCLAIR. — Las formaciones del Cretácico en el lado oriental de los Andes consisten en calizas, lutitas negras, y areniscas. Las areniscas se encuentran en la parte más inferior del Cretácico visto por nosotros y las calizas en la parte más alta. El Cretácico Superior está cubierto por una amplia serie de capas rojas, probablemente del Terciario, en donde no encontramos fósiles. Las capas rojas son en su mayoría areniscas y arcillas.

---

[8] Sinclair Joseph H. and Wasson Theron (1923) Explorations in Eastern Ecuador. *The Geographical Review* (American Geographical Society). 13, 190.

* Geólogo consultor

[American Journal of Science June 1924, s5-7 (42) 491-497, ART. XXXIX]

GEOLOGÍA DE GUAYAQUIL, ECUADOR, SUDAMÉRICA

por

JOSEPH H. SINCLAIR

y

CHARLES P. BERKEY

Traducción al español por Stalyn Paucar

Referencia bibliográfica

SINCLAIR JOSEPH H. y CHARLES BERKEY P. (1924) Geology of Guayaquil, Ecuador, South America. [Geología de Guayaquil, Ecuador, Sudamérica]. American Journal of Science June 1924, s5-7 (42) pp. 491-497, ART. XXXIX. En Paucar Stalyn (2022) Compilación de los trabajos de Joseph H. Sinclair, Roy J. Colony, Theron Wasson y Charles P. Berkey, 1923-1932, Quito, pp. 59-68.

CONTENIDO

Figuras

INTRODUCCIÓN

En enero y febrero de 1921 Joseph H. Sinclair visitó la ciudad de Guayaquil e hizo una corta inspección geológica de los cerros en la parte norte de la ciudad. Unos cuantos especímenes de roca fueron llevados a Nueva York, donde se realizaron láminas delgadas y estudios petrográficos y paleontológicos. Esta publicación es una consecuencia de dichos estudios y sólo ofrece una pequeña contribución al conocimiento de las condiciones geológicas de esta región.

Los cerros mencionados se elevan a 300 pies sobre el Río Guayas; la margen derecha, donde la ciudad se encuentra, y forma parte de una cresta que al Oeste de Guayaquil es conocida con los nombres de Cordillera de Chongón y Cordillera de Colonche. Esta cresta alcanza el Océano Pacífico en alrededor de 85 millas al oeste de la ciudad y de acuerdo con Wolf [1] tiene una máxima elevación entre 2000 y 2600 pies sobre el nivel del mar. Se rompe en Guayaquil, en el Río Guayas, pero al este del río está representada por cinco cerros aislados, los cuales desaparecen a corta distancia más al Este, dentro de las bajas llanuras que alcanzan la base de las Montañas Andinas (ver mapa de ubicación al final).

La porción de esta cresta en la parte Norte de la ciudad se llama "Cerro de Santa Ana" y en su cima se encuentra el reservorio de agua de la ciudad. Justo al oeste de Guayaquil, en las laderas de la cresta existen canteras que han suministrado rocas para los caminos y otras construcciones, por muchos años.

La mayor parte de la ciudad está en la planicie de inundación del río, pero en los cerros anteriormente mencionados, rocas sedimentarias están expuestas por todas partes, bajo condiciones de plegamiento, fallamiento y aparentemente escasez de fósiles, lo que dificulta determinar sus relaciones estratigráficas y edad. Sin embargo, en general, se puede distinguir dos tipos de rocas – las primeras son areniscas y lutitas, las segundas son rocas chertosas y calizas.

Lo único publicado acerca de estas rocas, conocido por nosotros, es de Theodor Wolf [2] que las ha descrito de acuerdo con la siguiente traducción:

"Capas de caliza, caliza silícea, pizarra silícea, sílice, cuarcita, areniscas glauconíticas amarillas y verdes y lutita, alternadas en delgadas capas de una manera muy notable. La caliza rara vez es lo suficientemente pura para obtener cal de ella. Casi siempre está impregnada de sílice, la que se incrementa al punto donde la caliza se convierte en una lutita silícea que contiene poco limo. La mayoría de calizas son de color blanco y amarillento, pero existen variedades de caliza silícea que son casi negras debido a la impregnación de bitumen. Las capas de areniscas, que se alternan con estratos calcáreos y silíceos, casi siempre son de color verde oscuro y amarillo oscuro. Parece que las areniscas dominan los estratos más bajos y las calizas los más superiores. En muchos lugares la estratificación está completamente destruida. Las capas son tan empinadas, y en múltiples sitios tan violentamente deformadas y falladas que es difícil determinar su rumbo.

[1] Theodor Wolf, Geografía y Geología del Ecuador, Leipzig, 1892

[2] Theodor Wolf, Geognotische Mittheilungen aus Ecuador, Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1874, pp. 377-398

Sólo se ha encontrado fósiles en una localidad, viz. en los bloques del pavimento de las calles de Guayaquil, los cuales contienen restos de *Inoceramus*, característico del Cretácico en otras partes del mundo. La mayor parte de estos fósiles están muy triturados de modo que es difícil reconocerlos. Sin embargo, el Profesor Geinitz [3]distinguió *Inoceramus latus Sowerby* entre estos. He buscado en vano, en todas las canteras cercanas a Guayaquil, el lugar de donde vinieron estos bloques del pavimento, pero nunca encontré las capas o fósiles de algún tipo".

Con lo anterior en mente, también realizamos una diligente búsqueda de fósiles, pero con los mismos resultados de Wolf. Sin embargo, fuimos recompensados al encontrar, en las secciones delgadas, fósiles que son visibles bajo el microscopio, estos fueron identificados para esta publicación.

Descripción de muestras

Las características de las calizas chertosas de Guayaquil están relativamente bien expuestas de acuerdo con la siguiente descripción de tres muestras típicas:

- **La muestra E-1** es una roca casi blanca, densa, con textura microfina casi amorfa, cuya estructura original fue orgánica y fue subsecuentemente modificada en cierto modo por reemplazamiento y silicificación. Los constituyentes primarios son formas orgánicas microscópicas, carbonatadas y silíceas, éstas incluyen foraminíferos y radiolarios. La sustancia introducida principalmente es sílice. En un principio, la roca estaba casi completamente compuesta por microorganismos, probablemente conchas silíceas y calcáreas, la roca aún mantiene esta composición mixta. La matriz es mayormente carbonatada, pero los principales focos de fósiles son silíceos, los dos constituyentes siendo igualmente abundantes. Por tanto, no es una simple caliza, ni un verdadero chert; su origen y naturaleza si es conocida. Tal roca podría estar sólo constituida de sílice o chert en algunas partes, y casi completamente de carbonato en otras con todo tipo de gradaciones entre ellas. Su origen es orgánico y es clasificada como roca tipo chert con infusorios y foraminíferos

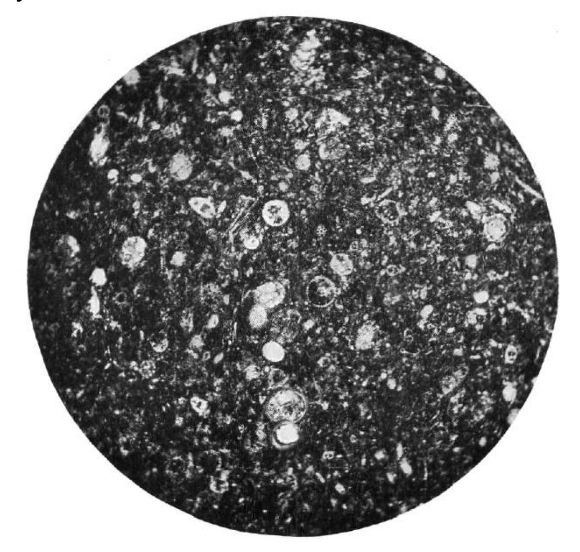


FIG. 1 – Microfotografía de la muestra E-1 tomada en luz ordinaria, con magnificación de casi 30 diámetros, mostrando los microorganismos que componen la roca.

[3] Wolf indica la fuente de esta afirmación acerca de los fósiles: Geinitz, Das Elbthalgebirge, 11 page 45, Table XIII, figs. 4 and 5. La única referencia que pudimos encontrar fue con el nombre de Hans Bruno Geinitz, Das Elbthalgebirge in Sachsen, Part 2, 11, vol. 20, Palaeontographica-Beiträge zur Naturgeschichte der Vorwelt, Cassel, 1872-1875, pero no existe referencia alguna acerca de los fósiles de Guayaquil. Hay una descripción de *Inoceramus* mencionado por Wolf sin señalar localidad alguna.

- **La muestra E-2** también es una roca casi blanca, densa, con textura microfina, cuya estructura original era orgánica y la cual por procesos secundarios ha sido indurada. Los minerales primarios son formas microscópicas que incluyen a radiolarios y foraminíferos, que suministran carbonato y sílice. Tiene el mismo origen de la E-1, con la misma entremezcla de constituyentes silíceos y calcáreos. Quizá es un poco más irregular en la distribución de sus constituyentes que la muestra E-1.

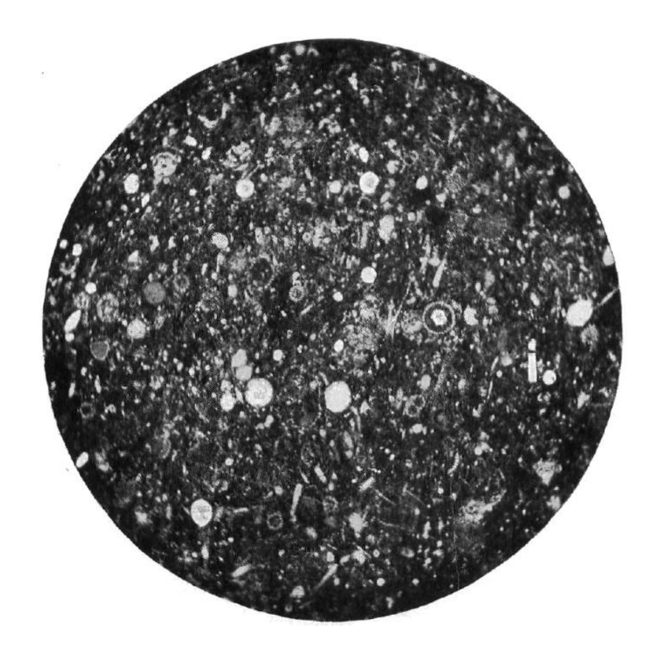


FIG. 2 – Microfotografía de la muestra E-2 tomada en luz ordinaria, magnificación de casi 30 diámetros mostrando la estructura fina y los microorganismos que componen la roca.

- **La muestra E-3** es una roca de color gris, con apariencia sedimentaria cuya textura varía de fina a media. Su estructura original era principalmente clástica, pero ahora tiene una estructura veteada secundaria. Los minerales primarios son fragmentos de cuarzo y feldespato, carbonatos y fósiles de considerable variedad que incluyen foraminíferos. Esta roca difiere de la E-1 y E-2 respecto a la mayor cantidad de fragmentos minerales angulares. Muchos de estos son fragmentos de feldespato prácticamente frescos, y esto lleva a pensar que el origen de los fragmentos no está relacionado a un simple proceso de meteorización o desintegración, sino que posiblemente sean de origen volcánico. Existen otros minerales de menor prominencia que apoyan a la anterior interpretación. La matriz es principalmente carbonatada con abundancia de diminutos fósiles, su variedad es en cierto modo mayor a la de E-1 y E2. La roca es en parte orgánica, y en parte clástica, pero sin duda es un miembro de la misma serie sedimentaria representada por la E-1 y E2, con excepción de que las condiciones locales fueron un tanto diferentes en el tiempo en que ésta fue depositada. Por tanto, es clasificada como una caliza foraminífera con ceniza.

Estas tres muestras ilustran el rango desde una roca tipo chert con infusorios, con elementos prominentes tanto carbonatados como de chert, hasta una roca carbonatada con abundante material micro-orgánico y fragmentos frescos de minerales. Es evidente que en esencia son acumulaciones de microorganismos, donde dominan los foraminíferos y radiolarios, y que forman extensas acumulaciones de una composición mixta silícea y carbonatada. Sin embargo, a estas capas está asociado material clástico de variada proporción y probablemente de un considerable rango composicional.



FIG. 3 – Microfotografía de la muestra E-3 tomada en luz ordinaria, magnificación de casi 30 diámetros mostrando la composición mixta de la roca. Los granos claros y angulares son principalmente fragmentos de feldespato y cuarzo. La matriz es un agregado de carbonatos y fragmentos más finos, y la estructura grande, regular es de origen orgánico.

Fósiles identificados

Las microfotografías muestran claramente la presencia de muchas formas, las cuales el Dr. H. N. Coryell de la Universidad de Columbia fue capaz de identificar:

E-1 (fig. 1.) *Orbulina universa*
Ostracoda
Globigerina bulloides

E-2 (fig. 2.) *Orbulina universa*

E-3 (fig. 3.) *Lituola* (*Haptophragma*) *irregularis*
Textularia
Gastropoda
Rotalia

El Dr. Coryell escribe: “Estas formas son consistentes con una edad cretácica, algunas de ellas también son apropiadas para el Eoceno. En su totalidad, se las puede considerar como del Cretácico”.

La fauna consiste en foraminíferos (que secretan cal) de recámara simple-múltiple y, de radiolarios (que secretan sílice) de recámara simple. Especies de esta naturaleza son pelágicas y se mueven cerca de la superficie del mar en grandes colonias. Los radiolarios silíceos se encuentran tanto en aguas profundas como someras; los foraminíferos calcáreos y esponjas silíceas son habitantes de mares someros.

CONCLUSIONES

No se conoce de otra ocurrencia de cherts en el Ecuador, excepto en la Península de Santa Elena, alrededor de 85 millas al Oeste de Guayaquil. Estos han sido descritos en anteriores publicaciones[4]. En todo aspecto importante, los cherts de Guayaquil y Santa Elena son petrográficamente similares. En general tienen el mismo origen, están esencialmente en la misma condición actual, y han atravesado por los mismos procesos. Las formas orgánicas son similares, por lo menos en los rasgos mayores. Estamos muy impresionados por la similitud en origen, historia y condiciones, así como de otros aspectos. Son semejantes en todos estos puntos, incluso en la presencia, en algunas capas, de fragmentos angulares de minerales clásticos-frescos, que se consideran como ceniza, y también respecto al cambio de la calidad del relleno de las vetas de la brecha en diferentes etapas de deformación.

Los especímenes calcáreos de Guayaquil y Santa Elena contienen fauna foraminífera de géneros idénticos, y especies relacionadas que indican que las capas, de donde estas especies fueron recolectadas, son casi de la misma edad, y que fueron depositadas en condiciones similares. A juzgar por las formas microscópicas de ambas localidades, se concluye que todas son consistentes con una edad cretácica.

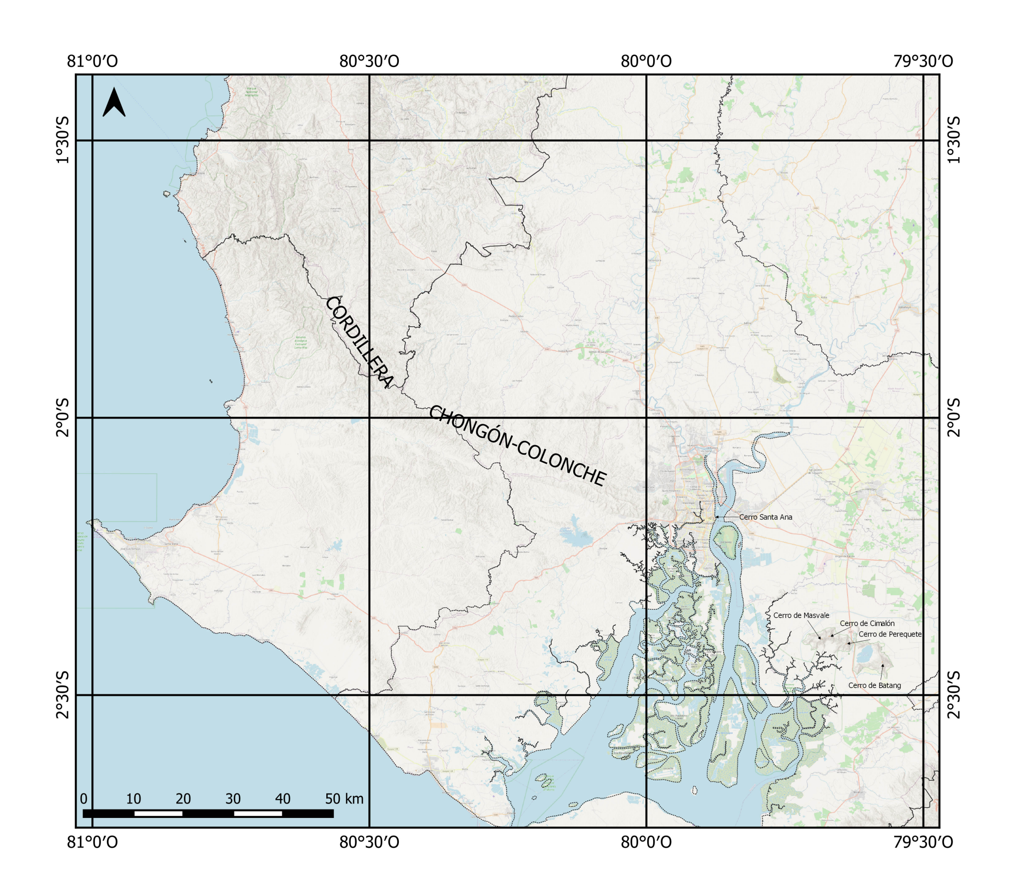
En una venidera publicación acerca de la Geología de la Llanura Amazónica, al este de los Andes en Ecuador[5], se describirán los descubrimientos de una muy extendida serie de calizas del Cretácico Superior, que yace casi horizontal e imperturbada en la base de las Montañas Andinas. Éstas se encuentran muy impregnadas de bitumen y, colecciones de muchos fósiles no dejan duda de su edad cretácica superior. Esta sección es el punto de referencia para la Estratigrafía ecuatoriana, y podría ser razonable concluir que los cherts de Santa Elena y las rocas de Guayaquil son representantes de estas calizas al Oeste de los Andes. El contenido de bitumen, además de la evidencia fosilífera, es impresionantemente notable.

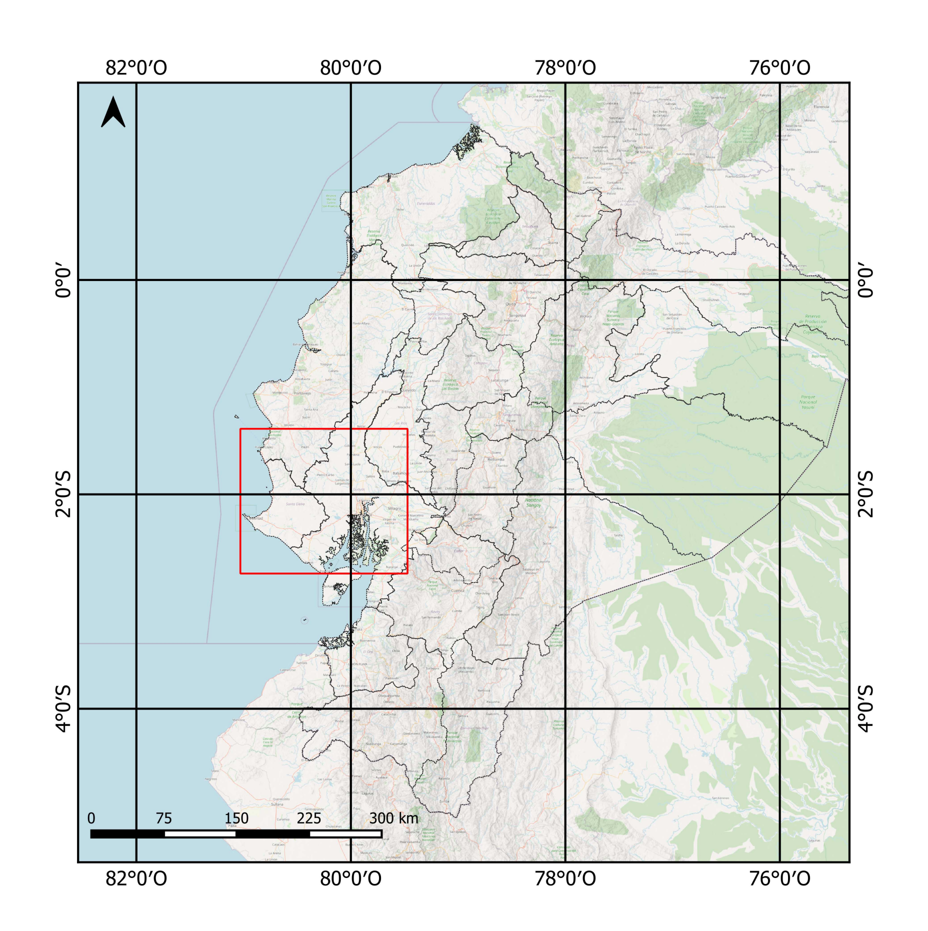
New York City y Berkeley, California

[4] Joseph H. Sinclair and Charles P. Berkey, Cherts and Igneous Rocks of the Santa Elena Oilfield, Ecuador. Trans. AMER. Inst. Mining and Metallurgical Engineers, Canadian Meeting, Montreal, August, 1923, 17 pages.

[5] Las características geográficas de esta región recientemente han sido descritas por Joseph H. Sinclair and Theron Wasson en su publicación Explorations in Eastern Ecuador, The Geographical Review (American Geographical Society) New York, April, 1923, pages 190-210.

Mapa de ubicación





[Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists,
December 1927, Volume 11, Number 12. 1253-1281]

EXPLORACIONES GEOLÓGICAS AL ESTE DE LOS ANDES EN ECUADOR

por

THERON WASSON

y

JOSEPH H. SINCLAIR

Chicago, Illinois, and New York, N.Y.

Traducción al español por Stalyn Paucar

Referencia bibliográfica

WASSON THERON y SINCLAIR JOSEPH H. (1927) Geological Explorations east of the Andes in Ecuador. [Exploraciones Geológicas al este de los Andes en Ecuador] *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, December 1927, Volume 11, Number 12. pp. 1253-1281.* En Paucar Stalyn (2022) Compilación de los trabajos de Joseph H. Sinclair, Roy J. Colony, Theron Wasson y Charles P. Berkey, 1923-1932, Quito, pp. 69-104.

CONTENIDO

LÁMINAS

RESUMEN

Un área de 8000 millas cuadradas, yaciendo al este de los Andes en el Ecuador, fue explorada en 1921. Los antiguos pueblos de Indios en Archidona, Tena y Napo están en la parte septentrional; Macas, el asentamiento más grande de la región oriental, está en el extremo sur del área. Las observaciones astronómicas fueron realizadas como una revisión en la plancheta (*plane-table traverse*), la cual fue llevada en todas las rutas del viaje. Las colecciones de fósiles, la mayoría de las vecindades de Napo, establecen un horizonte del Turoniense (Eagle Ford-Benton), y un segundo del Albiense Medio (Comanchean medio). Las capas rojas no fosilíferas están arriba de la sección cretácica, y bajo éstas existen areniscas y rocas volcánicas. Las capas cretácicas de Napo son petrolíferas. Las rocas cretácicas al este de los Andes han sido descritas en Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia y Argentina; ésta es la primera descripción de tales rocas en el este del Ecuador.

INTRODUCCIÓN

Base de la publicación

Esta publicación presenta un informe de las observaciones realizadas por los autores mientras ejecutaban el trabajo geológico en el este del Ecuador para la Leonard Exploration Company, gracias a la cual se publican los resultados. Se trabajó en el campo cinco meses durante la última parte del año de 1921.

Historia de las exploraciones

Tan enérgica fue la conquista española de Perú que siete años después de la ejecución de Atahualpa, el último Inca, los españoles enviaron una expedición a lo que ahora es el este del Ecuador. En Febrero 1541, Gonzalo Pizarro, hermano de Francisco Pizarro, el famoso conquistador de Perú, marchó hacia el noreste desde Quito, descendiendo el valle del Río Coca. Aunque muchos murieron de hambre y enfermedades, unos pocos hombres bajo el mando de Orellana bajaron por el Napo y Amazonas hacia el Atlántico.

Desde entonces muchos han cruzado esta área: viajeros, exploradores y curas. Lo sorprendente acerca de estos viajes es el poco conocimiento geográfico y el escaso conocimiento geológico registrado.

Alexander von Humboldt[1], quien viajó a las altas tierras Andinas en 1801-1802, escaló los picos volcánicos alrededor de Quito pero no descendió por las pendientes orientales de los Andes. Sin embargo, él es el primero en registrar rocas cretácicas en las altas tierras de los Andes.

En 1867 James Orton de Rochester, New York, realizó un viaje a través de los Andes desde el Pacífico y descendió por el Río Napo al Amazonas y por tanto al Atlántico. Él publicó un libro[2] acerca de su viaje, y también registro observaciones[3]físicas que son de gran valor científico. Llevó consigo dos barómetros de mercurio, un aparato de punto de ebullición Wollaston, y termómetros.

---

[1] von Humboldt Alexander (1837) Geognostische und Physikalische Beobachtungen über die Vulkane des Hochlandes von Quito [Observaciones geognósticas y físicas de los volcanes de las tierras altas de Quito]. König Preuss-Akademie der Wissenschaften Berlin, Verhandlungen, Frebruary 9, 1837.

[2] Orton James (1870) The Andes and the Amazon [Los Andes y la Amazonía], New York: Harper Brothers, 356 páginas.

[3] Orton James (1870) Physical Observations on the Andes and the Amazon [Observaciones físicas en los Andes y la Amazonía], American Journal of Science Vol. 46, New Haven, pp. 203-213.

El mejor mapa del Ecuador fue preparado por el alemán Theodor Wolf, quien enseñó por treinta años en la Universidad de Quito. En 1892 su mapa fue publicado en Leipzig a expensas del gobierno del Ecuador. En 1907 una edición de pequeña escala en la forma de un atlas fue preparado por Felicísimo López.

Anteriormente los autores han publicado un mapa[4] del área que exploraron. Es el primer mapa de la zona basado en un levantamiento con plancheta. Por primera vez muestra la ubicación exacta del pico volcánico de Sumaco y los detalles del Río Napo desde el pueblo de Napo hasta la desembocadura del Río Coca.

Agradecimientos

El Dr. José Luis Tamayo, presidente del Ecuador en 1921, recibió a los autores en Quito y les entregó cartas para los gobernadores y otros, los cuales fueron de gran ayuda al viajar por la región oriental. El Sr. Nicolás G. Martínez, de Ambato, preparó el tren especial desde Ambato hasta el final de la vía férrea en Pelileo. También facilitó copias de los mapas de la investigación de la vía férrea Curaray los cuales fueron usados al empezar la investigación al este de los Andes. El Sr. Manuel I. Rivadeneyra, de Napo, consiguió Indios cargadores e hizo de intérprete entre las tribus de Indios. En parte el éxito de la expedición se debe a su buen desenvolvimiento. El gobernador Burbano de Lara, de la región Oriental, dio la bienvenida oficial a Tena. Los curas dominicos en Canelos serán siempre recordados por su hospitalidad y asistencia, así también los oficiales del gobierno y el consejo del pueblo en Macas bajo la dirección de Manuel J. Bejarano. El final de nuestro viaje en Riobamba fue placentero gracias a la amistosa bienvenida del Coronel Enrique Rivadeneyra. Se debe hacer una mención especial a la ayuda de los representantes de la Leonard Company en Ecuador.

EL ÁREA EXPLORADA

El área explorada (Fig. 1) se encuentra al este de los Andes entre 0°30’ y 2°30’ al sur del ecuador y entre los meridianos 77°00’ y 78°10’ al oeste de Greenwich. Esta área se extiende aproximadamente 100 millas al este desde la base de los andes y 170 millas al norte y sur. Los antiguos pueblos de Indios de Archidona, Tena y Napo están en la parte septentrional del área. El pueblo de Macas está en el extremo meridional.

Ruta de viaje

Se ingresó a la región por el océano Pacífico en el puerto de Guayaquil, luego por tren en la vía férrea americana hacia Ambato, la cual es la principal línea de conexión entre Guayaquil y Quito. Ambato se encuentra en el plateau central de los Andes, 196 millas por vía férrea desde Guayaquil, a 8435 pies de elevación. En Ambato se continuó por otra vía férrea hasta Pelileo, 21 millas al este. Aquí los Indios Quechua de la región oriental transfirieron el equipaje a sus mochilas, y el viaje bajando el Río Pastaza se lo realizó a pie. La investigación comenzó en Mera en el Río Pastaza, 56 millas al este de Ambato. Se siguió por un difuso sendero de Indios hacia el noreste del valle del Río Anzu, el cual desciende a Napo, un pequeño asentamiento en el Río Napo, a 48 millas de Mera. Aquí se estableció el campamento principal para la exploración de la parte norte del área.

---

[4] Sinclair Joseph H. and Wasson Theron (1923) Explorations in Eastern Ecuador [Exploraciones en el este del Ecuador], Geographical Review, Vol. 13.

Desde el pueblo de Napo se realizó un trazado taquimétrico (*stadia survey*) bajando el Río Napo hasta la desembocadura del Río Coca, una distancia de 98 millas.

Regresando a Napo, la expedición atravesó la ruta de Papallacta, la cual es un antiguo camino desde Quito a Napo, con pasos laterales en los ríos que fueron cruzados. Esta ruta sigue una distancia de 29 millas desde Napo hasta la base de la Cordillera Guacamayos, un bajo ramal en dirección al este desde los Andes. Luego de otro regreso de Napo, se hizo un nuevo camino y la investigación continuó hacia el sur por la selva de Canelos en el Río Bobonaza, a 56 millas desde Napo. Luego la travesía continuó al sur desde Canelos por los antiguos caminos de Indios a través del Río Pastaza hacia Alapicos en el Río Palora, y más al sur hacia Macas en el Río Upano, midiendo 126 millas desde Napo. En Macas terminaron las investigaciones y el regreso hacia la civilización se lo realizó aguas arriba del Río Upano hacia sus cabeceras en la cumbre de los Andes (Mapa, Fig. 1) y bajando un afluente del Pastaza hacia la vía férrea en Riobamba, una ciudad del plateau Andino, 35 millas al sur de Ambato, el punto de partida. La distancia aproximada a pie y por canoa, contando algunos retrocesos en las vecindades de Napo, es de 600 millas.

Métodos de investigación

Al carecer de un mapa preciso de la región Oriental, los límites de las concesiones examinadas han sido definidos en términos de latitud y longitud. Con el fin de ubicarlas la expedición llevó consigo, además de la alidada Gurley y la plancheta, dos relojes de precisión y un tránsito ingenieril con arco vertical, con el cual se realizaron observaciones de azimut, latitud y longitud.

Los dos relojes fueron comparados con el cronómetro del barco en el viaje de Panamá a Guayaquil, y uno fue ajustado al tiempo medio de Greenwich y precisamente graduado para la variación diaria. Estos relojes fueron empacados y transportados cuidadosamente a través de las montañas. En Mera la primera observación fue realizada al sol del medio día para la longitud, pero las nubes no nos permitieron alguna revisión por observaciones de estrellas. Las repetidas observaciones al sol establecieron la longitud de Napo en 77°49’ al oeste de Greenwich. Las observaciones de longitud en otras partes no fueron realizadas debido al incremento del error en el tiempo de los relojes, sin embargo, fue innecesario porque los otros puntos estaban sujetos a Napo por la plancheta.

Se determinó la latitud en Napo, la media de varias observaciones de estrellas siendo de 1°03’ sur. En otros puntos a lo largo de la investigación, donde las condiciones meteorológicas lo permitían, se realizaron observaciones de latitud como revisión de la plancheta.

Comenzando en Mera donde el Río Pastaza emerge de los Andes, se utilizó la plancheta en toda la ruta hasta Macas. En los caminos boscosos se usó una cinta de algodón de 300 pies cubierta con parafina. Se fabricaba una cinta cada semana. La dirección era obtenida al observar la posición de la persona al frente siguiendo el sonido de su voz. Las correcciones por falta de alineación de la cinta fueron realizadas en el terreno. En ríos abiertos como el Napo se pudo realizar una investigación más detallada con el método de la *stadia* con la plancheta y la alidada telescópica.

La investigación de la ruta de viaje fue realizada a escala 1:48000. Un pequeño mapa a escala 1:480000 también fue realizado en el campo con el fin de triangular picos montañosos. Una forma simplificada de este mapa se muestra en la Figura 1.

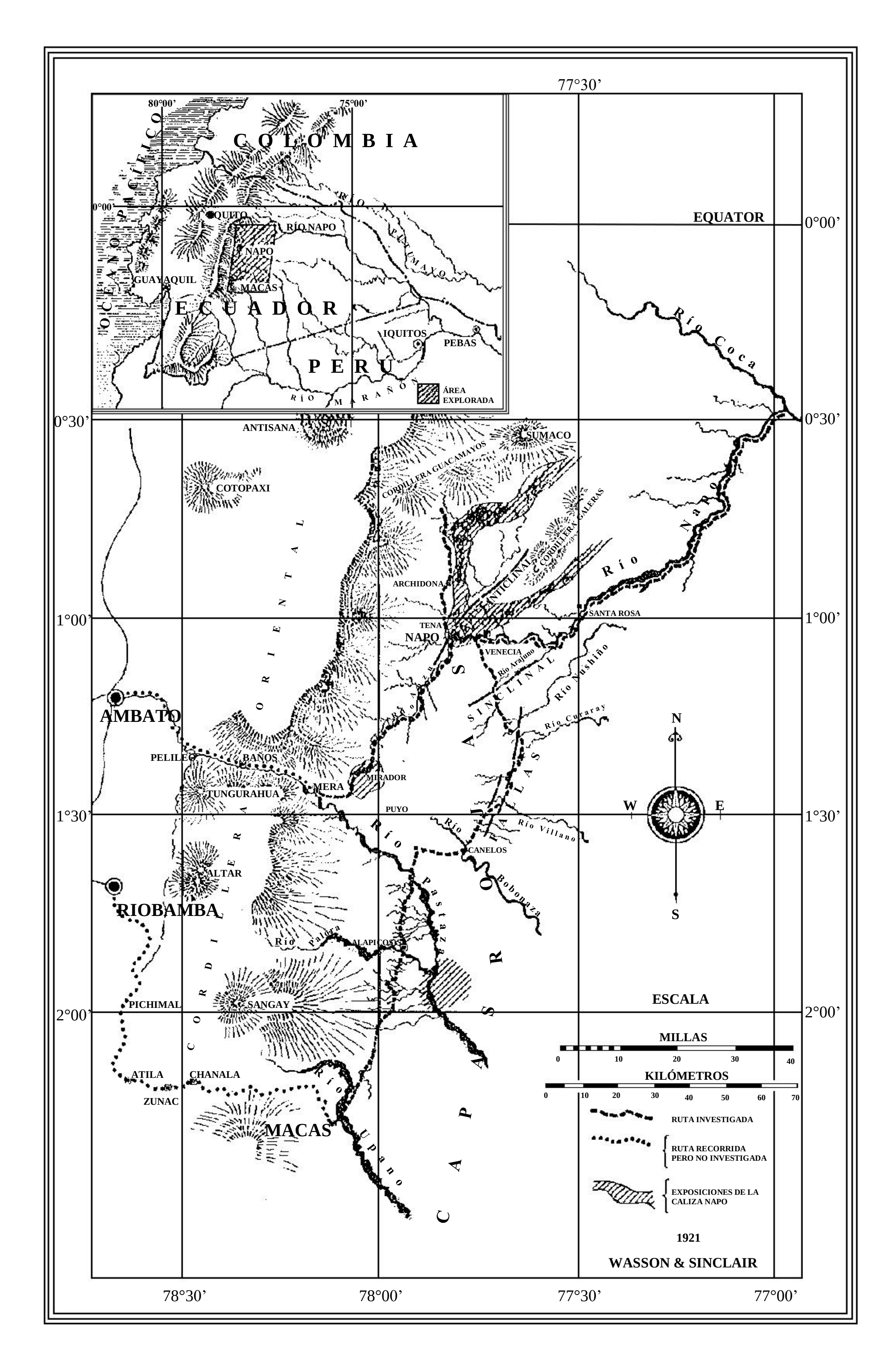


Fig. 1 – El recuadro indica el área explorada a lo largo de la base oriental de los Andes en Ecuador. El mapa grande es el área explorada utilizando la plancheta. Se muestra la ruta investigada y los principales rasgos geológicos.

Las elevaciones fueron establecidas con barómetros aneroides. Las curvas de variación diaria que fueron realizadas en varios puntos a lo largo de la ruta indican condiciones atmosféricas muy uniformes día tras día. El alto valor del barómetro a las nueve de la mañana es seguido por una suave caída hasta las cuatro de la tarde cuando se alcanza un valor mínimo. El mínimo generalmente es seguido por una leve lluvia que cae por dos o tres horas. Las curvas barométricas en varios puntos del área son casi similares de modo que la misma tabla de corrección puede ser usada en todas las estaciones.

DIVISIONES FISIOGRÁFICAS DE LA RUTA

Planicie costera del Pacífico

Con el fin de alcanzar la llanura amazónica donde se realizó la investigación, se cruzó la planicie costera del Pacífico y los Andes. La planicie costera tiene casi 50 millas de ancho, es baja y está cubierta por vegetación tropical, con la excepción de las plantaciones de caña de azúcar y cacao por aquí y allá. Los cauces son cortos y torrenciales, emergen repentinamente de los Andes donde arrojan debris en la forma de conos y abanicos aluviales. Sobre las tierras bajas son lentos y lodosos, siguiendo cursos meándricos.

Guayaquil es el único gran puerto del Ecuador. Se ubica en el Río Guayas cerca de su unión con el Golfo de Guayaquil, el cual es virtualmente un estuario del Río Guayas. Desde Guayaquil la vía férrea cruza la planicie costera y luego abruptamente se eleva a las cumbres de los Andes a una elevación de 10000 pies. Los rieles atraviesan una distancia vertical de casi 9000 pies en 20 millas de línea directa, aunque su curso es más grande que aquella distancia. La vegetación cambia repentinamente a los 6000 pies de tropical a semiárida.

Los Andes

En los Andes existe un plateau a 9000 pies de elevación, del cual se elevan varios picos volcánicos. Estos han sido descritos como formando la Cordillera Occidental y Oriental, pero los estudios topográficos no muestran tal regularidad. Sin embargo, estos picos, dividen al plateau en cuencas, en una de las cuales se encuentra Ambato. La región del plateau no tiene árboles y es semiárida, los picos volcánicos están cubiertos por nieve perpetua. En las pendientes bajas de las montañas hay considerables áreas de cultivo, algunas partes bajas son irrigadas. El clima es temperado y en ciertas estaciones existe mucha neblina.

La cuenca de Ambato es drenada por ríos que fluyen hacia el Amazonas. El Rio Patate fluye desde el norte, y el Río Chambo desde el sur, se unen cerca de Baños para formar el Río Pastaza. Ambos tributarios son de tamaño moderado, y en el sitio de su confluencia para formar el Pastaza están profundamente atrincherados en ceniza volcánica.

La característica más prominente del levantamiento Andino en el Ecuador es su base estrecha y precipitosos costados, el macizo con un ancho menor de 90 millas en la base y un ancho de 40 millas en la parte superior. La cumbre del plateau se encuentra a casi 9000 pies de elevación y a partir de este nivel general se elevan los conos volcánicos de 18000 y 20000 pies. Entre los más prominentes picos están el Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua y Sangay, los conos del Cotopaxi y Sangay son particularmente simétricos. Los lados de los picos volcánicos están cubiertos por debris volcánicos extrusivos, gran parte del material de la base del plateau es pómez. El aspecto general de las pendientes de estos picos volcánicos da la impresión de actividad volcánica reciente.

El valle del Pastaza

El Río Pastaza formado por la unión del Chambo y el Patate, 25 millas al este de Ambato, fluye hacia el este, cortando en profundidad a las pendientes orientales de los Andes, y es una ruta natural de viaje desde las tierras altas hacia la llanura amazónica. Al este de Ambato, el valle está profundamente atrincherado en debris volcánicos, y en las pendientes septentrionales del Tungurahua está cortado por flujos de lava recientes. Desde la unión con el Chambo y Patate, a una elevación de 6300 pies, el río desciende a 3800 pies en Mera, 31 millas más al este, donde emerge desde la pared de los Andes. Cinco millas al este de Baños se encuentran las Cascadas Agoyán, de 200 pies de alto, donde el río se sumerge en capas de lava. Más abajo por varias millas pequeñas cascadas ingresan a la garganta por medio de valles colgantes.

Conforme el Pastaza emerge de las montañas éste cambia a un cauce trenzado de rápida corriente, en tiempos de inundación transporta mucho material. Grandes bloques son arrastrados o rodados a lo largo del fondo y su choque puede ser escuchado a cierta distancia del cauce. Luego de dejar los Andes el Pastaza fluye hacia el sureste a través de la parte sur-central del área bajo discusión para unirse al Amazonas, 250 millas al oeste de Iquitos, Perú. Observando desde un punto en la pendiente oriental de los Andes hacia las tierras bajas que se extienden hacia el este desde la base de las montañas, uno se da cuenta, ayudado por la espesa cobertura arbórea, de la uniformidad de la pendiente de la llanura. Sin embargo, un análisis de esto indica que es una región en la que por 100 millas desde la base de los Andes su altura cambia de 4000 a 1000 pies sobre el nivel del mar y está compuesta por valles de ríos y áreas intercorriente más o menos disectadas, algunas de las cuales se encuentran a 1000 pies debajo de las cumbres intercorriente.

GEOGRAFÍA DE LA REGIÓN EXPLORADA

Drenaje

La región explorada en esta planicie inclinada hacia el este puede ser dividida en un área septentrional y meridional, tal división con base en dos líneas de drenaje principales. El área al norte es drenada por el Río Napo y sus tributarios. El Río Anzu, el principal tributario del Napo, fluye desde la vecindad de Mera, 40 millas al noreste, a la villa de Napo, donde se une con el Río Napo. Todos los mapas anteriores muestran a este río fluyendo hacia el este desde la base de los Andes. El Río Napo tiene su fuente en el cinturón de fuerte lluvia, y es un cauce torrencial sujeto a repentinas inundaciones. En Napo el río tiene 300 pies de ancho, con bancos de caliza. Abajo de Napo el cauce se vuelve progresivamente más ancho, con varios canales laterales, los bancos son más bajos y compuestos por aluvium. En esta sección más baja el cauce está excesivamente trenzado debido a la reducción del gradiente y al material llevado en tiempos de inundación, el cual cuando la corriente disminuye es depositado en los canales, forzando al agua a encontrar nuevos caminos. En la unión con el Coca, el Napo tiene 2000 pies de ancho y fluye sólo en un canal, es más lento y meándrico, cargando lodo y limo en lugar de arena y grava.

El área explorada al norte del pueblo de Napo es drenada por el Río Misahuallí y tributarios, el Jandachi y el Hollín, que fluyen hacia el sur. Estos cauces son todos similares al curso superior del Napo y todos desembocan en éste. El límite septentrional de esta área está formado por una cresta montañosa, la Cordillera Guacamayos, que se extiende hacia el este desde los Andes como un ramal. El Cerro Sumaco se encuentra a unas pocas millas hacia el este del fin de la Cordillera Guacamayos, es un pico volcánico aislado con una elevación de 12700 pies, elevándose sobre las tierras bajas amazónicas. Esta expedición determinó por primera vez su ubicación y elevación. Además, en esta área al norte de Napo se encuentra la Cordillera Galeras, cuyos picos fueron ubicados por triangulación desde la investigación del Río Napo. Se elevan a aproximadamente 6000 pies. No fueron explorados.

Los dos tributarios principales meridionales del Napo, el Arajuno y el Curaray, fueron atravesados durante la investigación desde Napo a Canelos. Estos cauces nacen cerca de las cabeceras del Anzu en las tierras altas al este de Mera. Sus cursos no fueron investigados, pero donde fueron atravesados son cauces pequeños, claros en canales bien-definidos.

El área sur es drenada por el Río Pastaza, el cual, como se indicó anteriormente, fluye hacia el sureste después de emerger desde los Andes en Mera. Sus tributarios septentrionales, el Villano, Bobonaza, y Pindo, todos nacen en las tierras altas al este de Mera. En la desembocadura del Río Pindo el Pastaza es un rápido cauce de casi 600 pies de ancho y de aguas someras. Al sur del Río Pastaza el primer tributario es el Río Palora, el cual en Alapicos es un rápido cauce que fluye entre bancos de 100 pies de alto. Entre Alapicos y Macas la ruta investigada pasa cerca de la base de los Andes y por una región de lluvias torrenciales. Se atravesó a varias, pequeñas, rápidas corrientes que fluyen hacia el este. No cargan sedimentos, pero pasan por pendientes herbosas entre bajos bancos. Las láminas de agua no han sido recolectadas en canales bien definidos.

La ruta desde Macas a Riobamba en el plateau Andino sigue al Río Upano hasta su fuente en los lagos en las partes altas de los Andes. El río se encuentra en una profunda garganta en la pendiente oriental de los Andes, y, al igual que el valle del Pastaza, es una ruta natural desde las tierras altas hacia la región Oriental.

Bosques

Los bosques están limitados a las pendientes bajas de los Andes y en las tierras bajas en el este. Debido a la escasez de lluvias, las tierras altas de los Andes no tienen árboles y son llamadas páramos. No hay discontinuidades en los extensos bosques al este de los Andes, excepto en las vecindades de los pequeños asentamientos donde unos pocos acres están despejados.

Clima

La lluvia es muy fuerte en la pendiente oriental de los Andes, pero ligera en el plateau. La mayor cantidad se presenta en la inmediata pared oriental de las montañas, donde el aire cargado de humedad comienza a ascender. La precipitación que alcanza a las grandes elevaciones del Chimborazo y otros picos que superan los 20000 pies sobre el nivel del mar se presenta como nieve y hielo. Extensos glaciares y campos de nieve se ubican en el Antisana, Chimborazo y otros picos. La línea de nieve está a 15000 pies sobre el nivel del mar. La lluvia en Puyo y la base oriental de los Andes, a una elevación de 3200 pies, ha sido estimada en 150 pulgadas por año.

En el área explorada al este de los Andes entre las elevaciones de 1400 y 2000 pies la temperatura varía de 66° a 82° Fahrenheit.

Habitantes

El plateau Andino está bien poblado; las tierras bajas amazónicas tienen pocos habitantes. Los Indios aborígenes al este de los Andes forman la principal parte de la población. Los Indios al norte del Pastaza viven cerca de los pocos asentamientos blancos y hablan Quechua. Al sur del Pastaza habitan los Indios independientes de los maestros blancos y hablan el idioma Jíbaro. Aquellos son conocidos por sus costumbres de reducir cabezas, descritas por muchos autores[5].

[5] De Graff F. W. Up (1923) The Head Hunters of the Amazon. [Los cazadores de cabezas en la Amazonía], New York. 337 pages.

Asentamientos

Son pocos los asentamientos en el Oriente y están ubicados a lo largo de los cauces, los cuales son los principales medios de comunicación. Los asentamientos están formados por pocas familias de blancos quienes tienen la lealtad y servicio de varios Indios que viven cerca. En Napo hay cuatro casas habitadas por personas blancas hispanoparlantes, entre las cuales está Manuel Rivadeneyra, un verdadero pionero. Una vez existió una base de una misión con una mayor población. Tena, 4 millas al norte de Napo, es algo más grande, debido a que es la sede central del gobernador del Oriente. Archidona, cerca de Tena, fue fundada al poco tiempo de la llegada de los conquistadores españoles a Ecuador y se convirtió en la base de los primeros misioneros. Canelos es el principal asentamiento entre el Napo y el Pastaza. También fue fundada como una misión católica poco después de la conquista española de Ecuador. Ahora, después de varios periodos en el abandono, es de nuevo el centro de una misión con dos curas dominicos a cargo. Macas, ubicada en la parte meridional del área, es el pueblo más grande del Oriente, con una población de casi 600 personas. En 1921 había una misión protestante a cargo del Sr. y Sra. Oleson, y una misión católica. El pueblo de Macas es tan aislado que uno se sorprende de su existencia. No hay otro asentamiento entre aquel y la cima de los Andes. Son 7 días de un tedioso viaje a pie a lo largo de rutas lodosas para alcanzar al asentamiento más cercano en las tierras altas.

Los Indios no tienen pueblos como éste. Los Jíbaros se acercan más a una organización social en el sentido de que a veces viven en grandes casas que albergan a varias familias.

ESTRATIGRAFÍA

Rocas cristalinas de los Andes

La ruta bajando el Pastaza desde Ambato hacia Baños pasa a través de una región de reciente actividad volcánica, y la mayoría de exposiciones superficiales están compuestas por material extrusivo. Cerca de Pelileo algo de riolita fue observada. Desde la unión del Chambo y Patate hacia Baños, la pared meridional del cañón del Pastaza consiste en flujos de lava del volcán Tungurahua. En algunas partes existen estructuras columnares basálticas bien desarrolladas. Los esquistos, gneises y granitos están expuestos a lo largo del lado septentrional del río sobre Baños hasta Mera. Existen granitos y riolitas arriba de Mera. Estas rocas, las cuales forman el núcleo de los Andes del Ecuador, no fueron estudiadas a detalle. Son incuestionablemente más antiguas que las series sedimentarias al este de las montañas.

Región de Napo – Sección sedimentaria

La mayor sección sedimentaria expuesta en el área está en la vecindad de Napo. Las capas afloran en un área cuyas dimensiones son de 25 millas al norte y sur por 10 millas al este y oeste, y cuyas elevaciones varían entre 1500 a 2000 pies. Los afloramientos están a lo largo de los cauces donde la cobertura arbórea ha sido cortada por la acción del agua. En la ausencia de información geológica de la región, se ha tomado nota de las rocas examinadas y la colección de fósiles. Conforme progresaba el trabajo fue posible realizar una columna y determinar la edad y extensión de las capas.

Tobas y basaltos Misahuallí

Las rocas más bajas observadas en la región de Napo están en el Río Misahuallí, 6 millas al este de Tena. Consisten en basaltos y rocas ígneas extrusivas alteradas suprayacidas por tobas. El basalto es predominantemente verde o café oscuro, y en su condición alterada tiene la apariencia de una roca sedimentaria. El mayor espesor observado es de 150 pies. Estas ígneas extrusivas probablemente representan a flujos locales intercalados con los sedimentos. Las tobas que suprayacen al basalto son grises y rosadas, se observa un marcado contraste con la arenisca suprayacente. El espesor no fue determinado, pero probablemente no es mayor que los 100 pies.

Arenisca Hollín

Existe una arenisca cuarzosa, limpia, de grano fino, con un espesor de 400 pies, suprayaciendo a los basaltos y tobas del Río Misahuallí. Está bien expuesta a lo largo del Río Hollín, donde hay acantilados de más de 100 pies de alto. No se encontró al conglomerado basal en el contacto con las rocas ígneas subyacentes; tampoco había alguna inclusión de material ígneo en la arenisca suprayacente. Próxima a la confluencia del Río Tena y el Río Hollín existe una delgada capa de lutita negra no-fosilífera cerca de la mitad de la arenisca. Las exposiciones de la arenisca Hollín están cerca del eje del anticlinal Napo, donde sólo se ha visto que basaltos y tobas le subyacen. Es probable que las rocas ígneas sean flujos locales y que existan capas sedimentarias más antiguas bajo éstas.

La Caliza Napo

Sobre la arenisca Hollín existe una serie de calizas y lutitas negras de 1500 pies de espesor. La cobertura arbórea hace que la estimación del espesor sea muy difícil. La mejor sección de estas capas está expuesta en el área a lo largo del Río Napo al este del pueblo de Napo. Desde la cresta del bajo anticlinal justo al oeste del pueblo, las capas de caliza y lutita buzan 6°-10° E. El rumbo es N45°E. En algunas partes el Río Napo fluye a lo largo del rumbo de las capas. Un grueso miembro de caliza aflora desde la cresta del anticlinal al oeste de Napo hasta un punto a una milla aguas abajo (Fig. 2), donde las lutitas negras se encuentran suprayaciéndolo. La caliza es de color gris oscuro y altamente fosilífera, en algunos lugares casi es un conglomerado de conchas. Se disgrega en grandes bloques. Las capas inferiores se unen a la lutita que está expuesta en aguas someras en el eje del anticlinal al oeste de Napo. Aquí existe una capa osífera con vértebras y dientes de peces junto con amonites. Esta capa osífera es la exposición más baja de la sección del Río Napo. Las lutitas negras contienen muchos fósiles, el más prominente es *Inoceramus labiatus*. Hay inclusiones planas tipo-lente de caliza en las capas superiores de esta lutita. La caliza Napo más superior está a 6 millas abajo de Napo, en los rápidos llamados Molino de Latas. Aquí buza hacia el río y en una corta distancia aguas abajo está cubierta por capas rojas.

Otras secciones de la caliza Napo fueron estudiadas al norte de Napo (Fig. 3). El contacto de la caliza Napo con la subyacente arenisca Hollín se encuentra a casi 5 millas al este de Tena, a lo largo del Río Tena y a lo largo del Río Hollín al este de Archidona. Las lutitas negras están expuestas al este de Tena. La sección a lo largo del Río Tena está en el flanco occidental del eje del anticlinal, el cual pasa justo al oeste del pueblo de Napo.

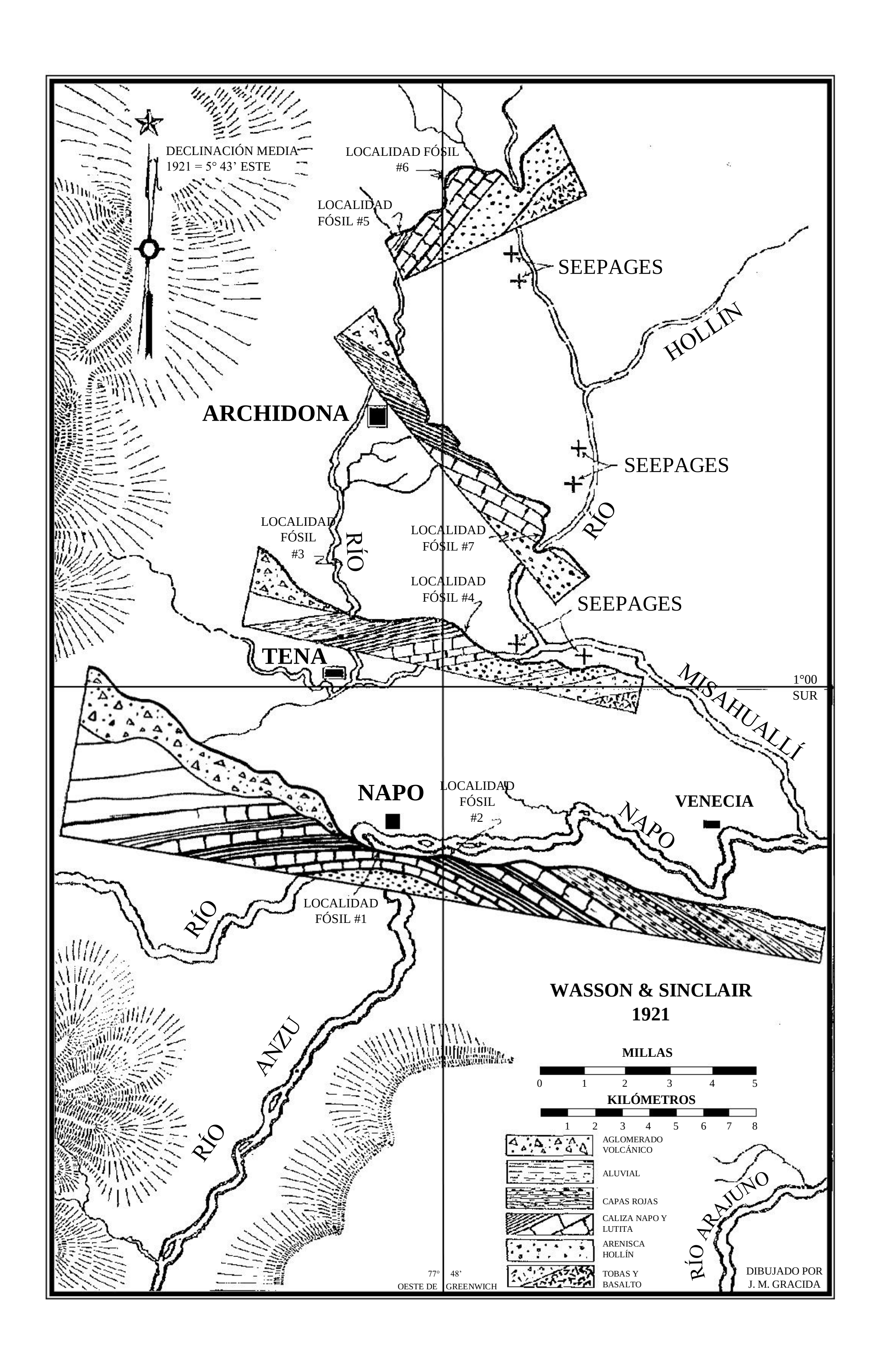


Fig. 2 – Mapa del área de Napo mostrando las secciones de la caliza de Napo, las localidades fósiles y los *seepages*.

La edad de la caliza Napo fue determinada, por los fósiles recolectados, como Comanchean Medio a Cretáceo Superior, Albiense Medio a Turoniense de la sección europea. Estos fósiles en gran parte son de edad Turoniense, equivalentes en los Estados Unidos a Eagle Ford o Benton de las secciones de Texas y Rocky Mountain, respectivamente. John B. Reeside Jr., quien examinó estos fósiles, notó formas del Albiense comparables con el Comanchean medio o Fredericksburg de Texas ubicados debajo del Turoniense sin alguna evidencia del Cenomaniense en el medio. Es posible que existan capas del Cenomaniense, pero no se encontraron fósiles.

Los mejores fósiles del Albiense vienen del Río Hollín, al este de Archidona, de las capas arriba de la arenisca Hollín. Todas las capas Napo tienen formas del Turoniense, el Turoniense más Superior está en las capas de caliza al este de la casa de Morales en la ruta desde Archidona hacia Quito. Una colección de fósiles de la ruta que cruza el arroyo Ursuyacu, 9 ½ millas al norte de Napo, tiene formas del Albiense, pero no había suficiente evidencia de campo para mostrar la relación de lutitas fuertemente volcadas de esta localidad con las rocas de las áreas de Napo y Archidona. El posterior trabajo en la región haría posible dividir a la caliza Napo en Formaciones separadas. Para el propósito de este primer reporte se entiende que la caliza Napo representa a las calizas y lutitas negras que se encuentran entre la arenisca del Río Hollín y las capas rojas en Venecia en el Río Napo. Es interesante notar que James Orton[6] se refirió a las rocas de Napo como "pizarras negras con suave buzamiento al este", y no hizo mención de los fósiles Cretácicos (Fig. 4).

Localidades de fósiles. – Se recolectaron fósiles de la caliza Napo de las siguientes ocho localidades (Fig. 2):

1. Un afloramiento de lutitas y calizas en el banco izquierdo del Río Napo casi ¼ de milla arriba del pueblo de Napo en la cresta del amplio anticlinal, donde los estratos son casi horizontales e incuestionablemente están en su lugar.

2. En el banco izquierdo del Río Napo, 1 milla abajo del pueblo de Napo, obtenidos de lutitas negras y calizas con rumbo N45°E y buzando 8° SE.

3. El Río Misahuallí, casi 2 millas arriba de su confluencia con el Río Tena.

4. En el Río Misahuallí, entre la desembocadura del Río Tena y la desembocadura del Río Hollín, donde hay lutitas negras y calizas parcialmente en sitio y como grandes bloques caídos de las empinadas paredes en un estrecho cañón.

5. La ruta hacia el este desde Quito, en la casa de José Morales, al norte de Archidona, hacia el Río Jandachi (localidad 6). Los especímenes fueron obtenidos de un horizonte arenoso amarillo cerca del tope de las calizas Napo. La localidad está a 1¾ millas al noreste de la casa de Morales.

6. Río Jandachi, 6 millas al noreste de Archidona en un estrecho cañón con acantilados de paredes verticales. El horizonte estaría cerca de la base de las calizas Napo debido a que las areniscas subyacentes forman acantilados en la superficie del agua.

7. Río Hollín, 3 millas al sureste de Archidona, casi ½ milla abajo del *seepage* de brea en el lecho del río en la base de un acantilado. En esta localidad el cañón es muy angosto con paredes casi perpendiculares. Los bloques de caliza de donde se obtuvo la colección representan a horizontes en los acantilados.

8. La ruta de Quito en el cruce del arroyo Ursuyacu, 9½ millas al norte de Archidona.

[6] Orton James (1870) The Andes and the Amazon [Los Andes y la Amazonía], New York: Harper Brothers, 356 páginas.



Fig. 3 – Ver los fósiles en las láminas 9, 10, 11, 12 y 13

Reporte de los fósiles

John B. Reeside Jr., del Servicio Geológico de los Estados Unidos, examinó los fósiles recolectados y realizó el siguiente reporte, acompañado por ilustraciones mostradas en las siguientes láminas. Los fósiles examinados se encuentran en el Museo Nacional de los Estados Unidos en Washington.

La colección de fósiles contiene una buena representación de dos faunas cretácicas muy diferentes, una del Turoniense y otra del Albiense Medio. La fauna del Turoniense está representada por lo que aquí se considera como dos facies, mientras que la matriz y las especies son diferentes, la edad no es tan distinta.

La fauna en una caliza dura de la vecindad del pueblo de Napo (Fig. 2, localidades 1 y 2) está compuesta por especies universalmente aceptadas como características del Turoniense, equivalentes de forma general a aquellas de las lutitas de Eagle Ford de la región del Golfo y la Formación Benton en el occidente interior de Norte América. Se conoce una fauna muy similar de Perú, Colombia y Venezuela.

Los fósiles en la dura caliza gris de las localidades en el Río Misahuallí (localidades 3 y 4) incluyen a formas del Albiense y probablemente del Turoniense.

Se considera que los pequeños conjuntos en la caliza gris del Río Jandachi son del Turoniense.

Se considera que el conjunto grande en una matriz arenosa amarilla que se parece a una roca calcárea lixiviada, de la localidad en la ruta al este de la casa de José Morales (localidad 5), es del Turoniense. Hay muchas especies cuya relación más próxima es con formas del Turoniense, aunque algunas pocas tienen cercana relación con especies del Cenomaniense o Senoniense. Otras son de amplio-rango y su presencia no es de gran ayuda. El conjunto sólo tiene una especie en común con aquellas de la vecindad de Napo y difiere mucho en la litología, pero difícilmente existiría una gran diferencia en edad.

Los conjuntos del Río Hollín al sureste de Archidona (localidad 7), en gran parte se encuentran en una caliza dura gris-oscura y contienen por lo general a especies universalmente aceptadas como características del Albiense, en particular los amonites. Algunos autores la han considerado como del Vraconian, o Albiense Tardío, pero el Vraconian está mejor restringido a las últimas zonas del Albiense. Los géneros *Brancoceras* y *Oxytropidoceras* son del Albiense Medio. El *Oxytropidoceras* se encuentra en el Grupo Fredericksburg de Texas. Sin embargo, existen muchas muestras de lutita negra y caliza gris con especies características del Turoniense, indicando que los horizontes del Albiense y Turoniense están presentes en la sección. La zona del Albiense es equivalente en cierta parte al Comanchean Medio de la región del Golfo de Norte América, y su fauna es bien conocida en varias localidades de Perú y Colombia.

El conjunto del arroyo Ursuyacu en el cruce de la vía Quito-Napo (localidad 8) parece ser del Albiense, aunque no es segura esta edad debido a la ausencia de más especies distintivas.

El conjunto sin asignación de una localidad en específico contiene especies del Turoniense y del Albiense.

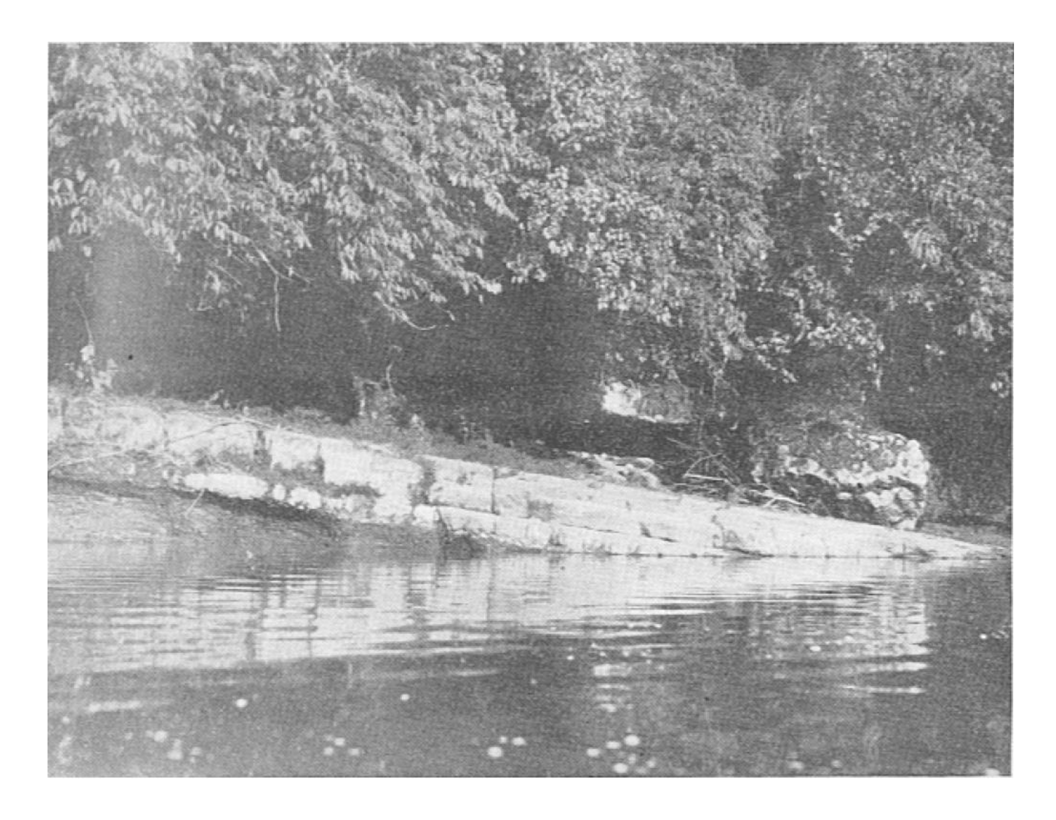


Fig. 4 – Caliza Napo buzando aguas abajo, ubicada en el banco del Río Napo.

Como se ha indicado, la serie de la caliza Napo incluye al menos dos elementos distintos: uno del Turoniense y otro del Albiense. Entre ellos debería encontrarse cualquier depósito representando al Cenomaniense. Algunos de los fósiles incluidos en las listas son del Cenomaniense; de hecho alguno de estos son usados, por lo menos localmente, como diagnóstico de esta edad. Sin embargo, la mayoría de estas especies han sido identificadas en un amplio rango estratigráfico cuando se toma en cuenta su distribución geográfica, y por tanto son de dudoso valor. No se tiene una clara evidencia de la presencia de fauna del Cenomaniense, aunque estaría bien representada en la caliza Napo y debido a los inevitables accidentes al recolectar las muestras quizá no llegaron a las colecciones.

Es notable que la sucesión de capas en el Ecuador oriental sea muy similar a aquella reportada en el Perú central. Schlagintweit[7] cita a una sección generalizada en la cual una caliza margosa de color claro asignada al Albiense es suprayacida por un considerable espesor de caliza oscura y marga asignadas al Vraconian, éstas últimas suprayacidas por una serie de marga y desmenuzable lutita color rojo y amarillo con capas de caliza asignadas al Cenomaniense Superior. La fauna del Albiense tiene mucho en común con aquella observada en la presente colección. El Cenomaniense Superior parece tener cierto número de especies en común con la fauna del Turoniense listada a continuación de la localidad al este de la casa de José Morales, y es muy probable que sea de la misma edad. Vale la pena observar que algunas de las asignaciones de edad en la literatura que trata de la geología de Sudamérica no están bien garantizadas por los fósiles. Estos fósiles han recibido nombres originalmente aplicados a especies europeas y africanas, y aunque la similitud es grande, se duda de la validez de llevar la mayoría de nombres a lugares tan lejos y de asignarles tales edades. Esta confusión fue mostrada por Berry[8] al discutir la fauna de una capa cerca de Huancavelica, Perú, donde existen fósiles anteriormente asignados a especies europeas y africanas del Aptiense, Albiense, Cenomaniense y Emscheriense.

Las siguientes listas indican las especies encontradas en los distintos conjuntos, de acuerdo con su respectiva etiqueta:

1. Banco izquierdo del Río Napo, ¼ de milla arriba del pueblo de Napo en la cresta del anticlinal:
Inoceramus sp. indeterminable.
Cyprimeria n. sp. aff. *C. excavata* Morton (Lám. 10, Figs. 4-6).
Coelopoceras n. sp. A. aff. *C. lesseli* Brüggen and *C. springeri* Hyatt (Lám. 9, Figs. 1, 2).
Coelopoceras sp. indeterminada.

1. Napo, cerca de la casa del Señor Rivadeneyra:
Inoceramus labiatus Schlotheim.
Cyprimeria n. sp. aff. C. *excavata* Morton.

2. Banco izquierdo del Río Napo, 1 milla abajo del pueblo de Napo:
Inoceramus labiatus Schlotheim (Lám. 10, Fig. 1).
Roudairia intermedia Brüggcn (Lám. 10, Figs. 2, 3).
La fauna arriba de las localidades en el Río Napo es del Turoniense.

3. Río Misahuallí, 2 millas arriba de la confluencia con el Río Tena:
Oxytropidoceras (Manuaniceras?) carbonarium (Gabb) (=*Schloenbachia acutocarinata* Shumard de varios autores). Albiense Medio.

[7] Schlagintweit Otto (1911) Die Fauna des Vracon und Cenoman in Perú [La fauna del Vraconian y Cenomaniense en Perú], Neues Jahrbuch, Beilageb. 33, pp. 48, 65.

[8] Berry E. W. and Singewald J. T. Jr. (1922) The Geology and Paleontology of the Huancavelica Mercury District. [La Geología y Paleontología del Distrito Huancavelica Mercury], Johns Hopkins University Studies in Geology, No. 2, pp. 54-56.

4. Río Misahuallí, entre la desembocadura del Río Tena y la desembocadura Río Hollín.
Exogyra aff. *E. flabellata* D'Orbigny (Lám. 10, Fig. 12).
Pecten sp. indeterminable.
Probablemente del Turoniense.

4. Río Misahuallí, abajo de Tena.
Probablemente especies del Turoniense.
Exogyra aff. *E. flabellata* D'Orbigny.
Pecten (Neithea) quinquecostata Sowerby.
Especies del Albiense Medio.
Oxytropidoceras (Manuaniceras?) carbonarium (Gabb) (=*Schloenbachia acutocarinata* Shumard de varios autores).

5. Ruta hacia el Río Jandachi, 1¼ millas al este de la casa de José Morales, la cual está a 4 millas al norte de Archidona en el camino de Quito-Napo:

Especies del Turoniense

Arca n. sp. aff. *A. archiacana* D'Orbigny (Lám. 10, Fig. 13).
Glycimeris n. sp. (Lám. 10, Fig. 14).
Pinna sp. indeterminable (Lám. 10, Fig. 15).
Gervillia sp. indeterminable (Lám. 10, Fig. 16).
Pteria n. sp. aff. *P. gastrodes* Meek (Lám. 10, Figs. 17, 18).
Exogyra olisiponensis Sharpe (Lám. 11, Figs 1-3).
Exogyra aff. *E. flabellata* D'Orbigny (Lám. 11, Fig. 4).
Trigonia crenulata var. *peruana* Paulcke (Lám. 11, Figs. 5, 6).
Trigonia aff. *T. hondaana* Lea (Lám. 11, Fig. 7).
Pecten (Neithea) aequicostata Lamarck (Lám. 11, Fig. 8).
Pecten (Syncyclonema) n. sp. (Lám. 11, Fig. 9).
Plicatula aff. *P. auressensis* Coquand (Lám. 11, Fig. 10).
Lima? sp. indeterminable.
Modiola aff. *M. socorrina* D'Orbigny (Lám. 11, Figs. 11, 12).
Modiola n. sp. aff. *M. flichei* Peron (Lám. 11, Fig. 13).
Liopistha n. sp. aff. *L. ligeriensis* D'Orbigny (Lám. 11, Figs. 14, 15).
Cardita n. sp. aff. *C. subparallela* Gerhardt (Lám. 11, Figs, 16, 17).
Protocardia appressa Gabb. (Lám. 11, Fig. 18).
Venus n. sp. (Lám. 11, Figs. 19, 20).
Tellina? sp. indeterminable (Lám. 11, Fig. 21).
Mactra? n. sp. (Lám. 12, Fig. 1).
Corbula cf. *C. Peruana* Gabb (Lám. 12, Figs. 2, 3).
Gyrodes n. sp. aff. *G. depressa* Meek (Lám. 12, Figs. 4, 5).
Turritella aff. *T. vibrayeana* D'Orbigny (Lám. 12, Fig. 8).
Aporrhais aff. *A. costae* Choffat (Lám. 12, Fig. 7).
Aporrhais sp. indeterminable.
Fusus n. sp. aff. *F. ubaquensis* Gerhardt (Lám. 12, Fig. 8).
Mammites n. sp. (=*Mortoniceras cañaense* Gerhardt?) Lám. 12, Figs. 9-11).

6. Río Jandachi, 3 millas al este de la casa de José Morales, la cual está a 4 millas al norte de Archidona en el camino de Quito-Napo:

Astarte sieversi Gerhardt
Exogyra aff. *E. flabellata* D'Orbigny (Lám. 10, Fig. 11).
Probablemente del Turoniense.

7. Cinco millas al sureste de Archidona:

Especies del Albiense medio

Inoceramus concentricus Parkinson (Lám. 12, Figs. 12, 13).
Ostrea. sp. indeterminable.
Plicatula aff. *P. gurgitis* Pictet y Roux (Lám. 12, Fig. 14).
Brancoceras n. sp. (Lám. 12, Figs. 15-17).
Oxytropidoceras (*Manuaniceras?*) *carbonarium* (Gabb) (=*Schloenbachia acutocarinata* Shumard de varios autores) (Lám. 12, Figs. 18-20).
Oxytropidoceras n. sp. aff. *O. belknapi* (Marcou) (Lám. 13, Figs. 1, 2).

Especies del Turoniense

Inoceramus labiatus Schlotheim.
Cyprimeria n. sp. aff. *C. excavata.* Morton.
Exogyra olisiponensis Sharpe.
Coelopoceras n. sp. B. (Lám. 9, Figs. 3-5).

8. Arroyo Ursuyacu en el cruce del camino Quito-Napo, entre la casa abandonada de Manuel Lara y el cruce del Río Jandachi. Casi 9½ millas al norte de Archidona:
Exogyra aff. *E. africana* Coquand (Lám. 13, Figs. 3, 4).
Pecten (Neithea) n. sp. aff. *P. phaseola* Lamarck (Lám. 13, Fig. 5).
Pecten n. sp. aff. *P. marrotianus* D'Orbigny (Lám. 13, Fig. 6).
Lima n. sp. (Lám. 13, Figs. 7, 8).
Plicatula aff. *P. gurgitis* Pictet y Roux (Lám. 13, Fig. 9).
Esta fauna parece ser del Albiense, aunque no es una edad definitiva.

8. Al este de los Andes entre el Río Napo y la Cordillera Guacamayos:

Especies del Albiense
Inoceramus concentricus Parkinson (Lám. 13, Fig. 12).
Ostrea syphax Coquand (Lám. 13, Figs. 13, 14).
Lima n. sp. aff. *L. intermedia* D'Orbigny (Lám. 13, Figs. 10, 11).
Brancoceras n. sp. la misma de la localidad 7.
Oxytropidoceras (*Manuaniceras?*) *carbonarimn* (Gabb) (=*Schloenbachia acutocarinata* Shumard de varios autores).

Especies del Turoniense

Inoceramus labiatus Schlotheim (Lám. 10, Fig. 7).
Inoceramus sp. indeterminable (Lám. 10, Fig. 8).
Pecten quinquecostata Sowerby (Lám. 10, Figs. 9, 10).

Especies no asignadas

Pholadomya? sp. indeterminable.
Venerid pelecypod, indeterminable.
Gastropod, indeterminable.

Capas rojas y conglomerados

Las capas rojas y conglomerados sobreyacen a la caliza Napo, estos se extienden en un cinturón de norte a sur a través del área explorada. El contacto entre la caliza Napo y las capas rojas está bien expuesto en Venecia, 7 millas al este de Napo. Aunque las capas parecen estar en conformidad, el cambio abrupto de una caliza dura, fosilífera a areniscas rojas, suaves y lutitas está muy marcado y representaría una discordancia de cierta importancia. No se encontraron fósiles en las lutitas rojas. El buzamiento se dirige al este en ángulos de 6°-10°. Hacia el este desde Venecia las arcillas y arenas del río cubren a estas capas por una corta distancia. Al oeste de Napo atisbos de las capas rojas pueden ser vistos en el flanco occidental del anticlinal Napo. Aquí están ocultos por el sobreyacente aglomerado volcánico. En la vecindad de Tena y Archidona existen remanentes de las arcillas rojas en el lado occidental de la estructura Napo. El espesor de las capas rojas expuestas no es tan grande, siendo casi de 1200 pies en Venecia, pero el aluvial sobreyacente probablemente oculta a una sección con mayor espesor. Al sur de Napo, cerca de las cabeceras del Río Arajuno y el Río Curaray, las capas rojas gradan hacia arriba a areniscas con estratificación cruzada y conglomerados, con madera lignítica y concreciones esféricas (*cannon-ball*). Se observó en el Río Anzu, 4 millas al sur de Napo, lo que parece ser el contacto de los conglomerados con las arcillas rojas. Estos conglomerados representarían a fases locales de las capas rojas, y para el propósito de este reporte será agrupado en éstas, además de que no se encontraron fósiles que indiquen su edad.

Al oeste del cinturón de afloramiento las capas rojas están sobreyacidas por material volcánico, y al este están cubiertas por aluvial. La edad de estas capas rojas es uno de los problemas no resueltos de la región. Tentativamente son asignadas al Terciario.

James Orton[9] no hizo referencia directa de las capas rojas cerca del pueblo de Napo, pero si mencionó a los depósitos de arcilla interestratificados con lignito que encontró cerca de la desembocadura del Curaray en Pebas, 300 millas más al este. Orton se refirió a las capas de Pebas (Mapa, Fig. 1) como no tan posteriores que el Plioceno, pero es dudoso si puedan ser correlacionadas con las areniscas y conglomerados de la región de Napo considerando únicamente a las capas ligníticas.

Las capas rojas del Oligoceno han sido identificadas al este de los Andes en Perú. Un fragmento de mandíbula con dientes bien preservados en las capas de yeso que se encuentran arriba de las calizas fue encontrado por J. G. Richards en Chiococa, cerca de Chepeza, en el Río Huallaga, Perú, que se encuentra a 250 millas al sur de Napo[10]. Éste fue examinado por H. E. Anthony[11]. Él describe a los dientes fósiles como aquellos de un animal tapiroide que vivió en el Oligoceno.

---

[9] Orton James (1870) The Andes and the Amazon [Los Andes y la Amazonía], New York: Hapber Brothers, p. 282. "Bajamos por el Napo y el Marañón, y nos detuvimos en este lugar [Pebas]. Aquí descubrimos una capa fosilífera intercalada con arcillas abigarradas tan peculiares en la Amazonía. Estaba llena de conchas marinas del Terciario!...Era una prueba irrefutable de que la formación era del Terciario; su origen no era de agua dulce sino de salada.

"Las especies, determinadas por W. M. Gabb, Esq. de Filadelfia, son: *Neritina pupa, Turbonilla minúscula, Mesalia ortoni, Tellina amazonensis, Pachydon oblique* y *P. tunna.* Todas éstas son nuevas formas, con excepción de la primera, y la última es un nuevo género. Es singular el hecho de que Neritina habite en las aguas de las Indias Occidentales, y que las especies encontradas en Pebas mantengan sus marcas peculiares….Existen capas de lignito altamente bituminoso interestratificadas con los depósitos de arcilla; las seguimos desde la desembocadura del Curaray en el Río Napo hasta Loreto en el Marañón, una distancia de casi 400 millas. También están presentes en Iquitos."

[10] Richards J. G. (1920) Expedition on the Amazon for the Pure Oil Co. [Expedición en la Amazonía por la Pure Oil Co.].

[11] Anthony H. E. (1924) A new fossil Perissodactyl from Perú. [Un nuevo fósil Perissodactyl de Perú]. American Museum Novitates No. 111, Op. 21, New York: American Museum of Natural History.

Aglomerado volcánico

Las capas de debris volcánico sobreyacen a las rocas de Napo, en varios lugares ocultan a las exposiciones. Esto es particularmente cierto en el cinturón cerca de la base de los Andes. Estas capas volcánicas están compuestas por fragmentos volcánicos pobremente sorteados, angulares, entre los cuales existe lapilli redondeado y bombas. Son usuales los deslizamientos y flujos de lodo en estas capas. La mitad occidental del área explorada, particularmente la porción oriental del volcán Sangay, está cubierta por estos aglomerados volcánicos que probablemente son del Terciario Tardío a Reciente.

ESTRUCTURA

La gran falla que forma el escarpe oriental de los Andes es el mayor rasgo estructural de esta región. Su salto de falla puede ser más o menos estimado comparando las rocas cretácicas reportadas en las montañas a elevaciones de 10000 pies o más con aquellas en Napo, que están a una elevación de 2000 pies. La zona de falla ha sido ocultada por material volcánico extrusivo. El buzamiento regional de las rocas sedimentarias del Oriente se dirige hacia el este lejos de las montañas. Cerca de las montañas las capas buzan hacia el oeste hacia la falla. Esta dirección invertida resulta en estructuras anticlinales que se encuentran paralelas a las montañas.

El anticlinal Napo

El eje del anticlinal Napo se encuentra al oeste del pueblo de Napo. El buzamiento invertido se observa en las lutitas negras y calizas que están expuestas a lo largo del río. El buzamiento hacia el oeste es de 6°-10°, el buzamiento hacia el este es similar. El eje de este anticlinal tiene rumbo N45°E, pasando al este de Tena y cruzando el Río Misahuallí justo al este de la desembocadura del Río Hollín. Más al noreste es probable que sea parte del levantamiento Galeras, que no fue explorado. La inmersión del anticlinal Napo al suroeste se observa por la existencia de la arenisca Hollín en la superficie cerca de la desembocadura del Río Hollín, mientras que a lo largo del Río Napo está sobreyacida por varios pies de caliza y lutita. El eje del anticlinal Napo proyectado hacia el suroeste sigue el valle del Río Anzu. Este valle es probablemente anticlinal por toda su longitud.

Levantamiento Mirador

En las colinas Mirador al noreste de Mera y cerca de las cabeceras del Río Anzu, una caliza gris-oscura que recuerda a las capas de Napo y que se encuentra a elevaciones arriba de los 4000 pies sugiere un levantamiento en esta área. Estas capas parecen ser casi horizontales. Una topografía tipo dolina se ha desarrollado en los afloramientos de caliza. Los fósiles recolectados fueron tirados cuando los cargadores Indios descubrieron que en sus canastas llevaban rocas. Los restos de las capas rojas cubriendo a algunas de las colinas indican que estas calizas son equivalentes a aquellas al oeste de Venecia en el Río Napo.

Fallamiento al norte de Canelos

Una zona de fallamiento se extiende desde las cabeceras del Río Curaray cerca de Canelos, una distancia de 30 millas. La mejor evidencia fue encontrada en la cresta alta entre el Río Curaray y el Río Villano. El lado hundido está hacia el este. Las capas de conglomerado lignítico están falladas contra las capas rojas. La cantidad de desplazamiento no puede ser determinada con precisión. Algunas exposiciones locales muestran un salto de falla de 150 pies. Esta zona de falla está a 25 millas al este del levantamiento Mirador y podría ser el escarpe oriental de las tierras altas que se extiende hacia el este desde Mirador.

Sinclinal a lo largo del Río Arajuno

Donde la ruta desde Napo hacia Canelos cruza el Río Arajuno existe un sinclinal en las capas rojas. No fue seguido, pero su posición parece indicar que continúa por el curso del Río Arajuno el cual fluye al Napo casi 10 millas abajo de Venecia. Este sinclinal, con un eje más o menos paralelo al anticlinal Napo, sugiere la existencia de otro anticlinal al sureste del Napo entre aquel río y el Río Curaray en el área que no fue explorada.

ESTE DE ALAPICOS

Las rocas obtenidas por los Indios en la confluencia del Río Palora y Río Pastaza recuerdan a las calizas petrolíferas en Napo, pero las altas aguas en el Río Palora no nos permitieron visitar estos afloramientos. Se menciona que son de un posible levantamiento similar a aquel de Napo y Mirador, donde las calizas subyacentes han sido expuestas por la erosión de las capas rojas.

EVIDENCIA DE PETRÓLEO

La caliza Napo es más o menos petrolífera. A lo largo del Río Napo las calizas y lutitas negras están en muchos lugares impregnadas con crudo asfáltico. Pequeñas cantidades de petróleo negro se filtran por las cavidades y planos de estratificación de la caliza Napo superior al este de El Molino de Latas. En el eje del anticlinal Napo justo al oeste del asentamiento de Napo el gas se escapa de las lutitas negras y pueden ser observadas en aguas someras en el lado norte del cauce. Las calizas petrolíferas se encuentran en el levantamiento Mirador y en el área al este de Alapicos.

La arenisca Hollín también contiene material asfáltico. En el Río Misahuallí cerca de la desembocadura del Río Hollín existen *seepages* de crudo asfáltico de la arenisca Hollín la cual aflora en el eje del anticlinal Napo. Estos *seepages* son de la mitad inferior de la arenisca. El petróleo del *seepage* se encuentra con agua sulfurosa y forma piscinas de 10-15 pies de diámetro. Existe evidencia de gas natural. Las capas superiores de la arenisca Hollín expuestas a lo largo del Río Misahuallí están manchadas con crudo asfáltico. Al este de Archidona el Río Hollín y su tributario, el Río Jandachi, cortan a través del flanco occidental del anticlinal Napo y exponen a la arenisca Hollín en las paredes de sus cañones. Los *seepages* están en las areniscas saturadas con petróleo, pero las paredes casi verticales han evitado cualquier gran acumulación. Las areniscas petrolíferas se extienden por muchas millas. Sus límites septentrionales no fueron determinados.

COMPARACIÓN CON OTRAS ÁREAS

Las capas petrolíferas en Napo podrían ser comparadas con las lutitas y calizas Colón del Cretácico Superior que se encuentran a lo largo del lado occidental de la cuenca de Maracaibo en Venezuela, 700 millas hacia el norte. Liddle[12] ha medido las secciones mostrando un espesor de 3500 pies de las lutitas Colón, sobreyaciendo 1000 pies de la parte superior del Cretácico Inferior la cual yace sobre el conglomerado cretácico basal. Las lutitas Colón son petrolíferas y contienen fósiles similares a los de la caliza Napo. A lo largo del lado occidental de la cuenca Maracaibo existen muchos *seepages* grandes en las capas volcadas Colón.

En Colombia, Anderson[13] ha descrito a las capas Villeta y Guadalupe del Cretácico Medio a Superior. Su espesor es similar a aquel medido en las montañas en el lado de Venezuela. En el valle Magdalena superior, Garner[14] se ha referido a las gruesas lutitas bituminosas del Cretácico Superior como la probable fuente de gran parte del petróleo ahí encontrado.

Recientemente Joseph T. Singewald Jr. anunció los resultados de sus observaciones del Pongo de Manseriche en el curso superior del Amazonas del Perú[15] oriental. Encontró a una arenisca de gran espesor sobreyacida por una serie de lutitas y calizas del Cretácico, sobre las cuales están las capas rojas. Esta secuencia concuerda con aquella encontrada en la sección de Napo, aunque sus espesores son considerablemente mayores.

Robert Anderson[16] encontró que los *seepages* que se extienden 600 kilómetros hacia el sur desde la Provincia de Mendoza, Argentina, son de las capas del Jurásico y Cretácico Inferior. Éstas contienen muchos fósiles marinos y se piensa que son las capas fuente del petróleo que emana.

ORIGEN DEL PETRÓLEO

El petróleo encontrado en esta área probablemente tiene su origen en la caliza de Napo, que consiste en lutitas y calizas marinas altamente fosilíferas de edad cretácica, petrolíferas en cualquier parte donde están expuestas. El petróleo en las capas superiores de la arenisca Hollín habría migrado lateralmente desde la caliza Napo, la cual es adyacente a lo largo de los flancos del anticlinal Napo. Los *seepages* desde la base de la arenisca Hollín sugieren una migración vertical desde capas orgánicas no expuestas.

Las intrusiones ígneas habrían tenido cierta participación en la migración y acumulación del petróleo en otras partes de la región, pero en el área de Napo, donde las mejores evidencias de petróleo fueron observadas, las intrusiones no han sido encontradas. Las rocas petrolíferas están relativamente cerca del escarpe oriental de los Andes y están asociadas con flujos volcánicos, pero no han experimentado alguna gran alteración.

---

[12] Liddle R. A. (1928) The Geology of Venezuela and Trinidad. [La Geología de Venezuela y Trinidad].

[13] Anderson F. M. (1926) Original Source of Oil in Colombia. [Fuente original del petróleo en Colombia] *Bulletin Amer. Assoc. Petrol. Geol.,* Vol. 10, No. 4. April, 1926.

[14] Garner A. H. (1927) General Oil Geology of Colombia. [Geología del petróleo general de Colombia] *Bulletin Amer. Assoc. Petrol. Geol.,* Vol. 11, No. 2. February, 1927, p. 153.

[15] Singewald J. T. Jr. (1926) The Pongo de Manseriche, Perú. [El Pongo de Manseriche]. Publicación presentada ante la Sociedad Geológica de América, Madison, Wisconsin. December, 1926

[16] Anderson Robert (1926) Observations on the Occurrence and Origin of Petroleum in Argentina and Bolivia. [Observaciones acerca de la ocurrencia y origen de petróleo en Argentina y Bolivia], *Bulletin Amer. Assoc. Petrol. Geol.,* Vol. 10, No. 9. September, 1926, p. 857.

PROSPECTOS DE CAMPOS PETROLEROS

El trabajo geológico realizado es de reconocimiento, todas las observaciones se limitan a las vecindades de los cauces o a lo largo de los caminos que pasan a través de la selva.

La evidencia de petróleo encontrada en las rocas de la sección de Napo conduce a la conclusión de que la arenisca Hollín tiene posibilidades de producción en cualquier parte donde una adecuada profundidad y condiciones estructurales existan.

Las areniscas y lutitas en la parte inferior de las capas rojas actuarían como reservorios para la migración vertical de petróleo desde las capas más superiores de Napo. Las capas terciarias más altas que aquellas observadas podrían ser petrolíferas debajo de las estructuras al este del área de Napo.

Las capas cretácicas petrolíferas del Río Napo, ubicadas cerca de la base oriental de los Andes del Ecuador, son otra conexión en la cadena de estratos cretácicos petrolíferos que se extienden desde Venezuela y Colombia hasta Argentina.

DISCUSIÓN

Joseph T. Singewald Jr.: El área del Pérmico al sur del Ecuador tiene las mismas unidades estratigráficas del Ecuador. Se diferencia por la ausencia de volcánicos y por el mayor espesor de las capas. La arenisca Hollín probablemente es la misma que la arenisca cuarcítica con carbón de los Andes principales, la cual es del Cretácico más inferior o del Jurásico más superior. La lutita-caliza de Napo está entre el Albiense y el Coniacience. Las capas rojas en Perú yacen en conformidad sobre la serie Napo, por tanto deben estar en el Cretácico más superior y se extenderían hasta el Terciario. Sobre las capas rojas existe una serie más joven de capas de considerable espesor. Todos estos estratos participaron en los movimientos orogénicos de los Andes orientales. En la cuenca amazónica existen capas horizontales con fauna pliocénica de agua salobre, ya conocida de las colecciones realizadas por Orton y otros primeros exploradores en el pueblo de Pebas. El plegamiento de los Andes orientales sucedió probablemente en el Mioceno. Las capas rojas en Perú tienen pocos fósiles, contienen unos gastrópodos pobremente preservados y algunos pelecípodos.

LÁMINAS

Lámina 9

Figura	Descripción
1, 2	*Coelopoceras* n. sp. A aff. *C. lesseli* Brüggen y *C. springeri* Hyatt. Vista lateral y sección transversal de una réplica interna obtenida del banco izquierdo del Río Napo, ½ milla arriba del pueblo de Napo en la cresta del anticlinal.
3-5	*Coelopoceras* n. sp. B del Río Hollín, 5 millas al sureste de Archidona. Figuras 3, 4: Vista lateral y sección transversal de una réplica interna. Figura 5: Vista lateral de otro espécimen que mantuvo su caparazón.

Todas las figuras reducidas a un séptimo.

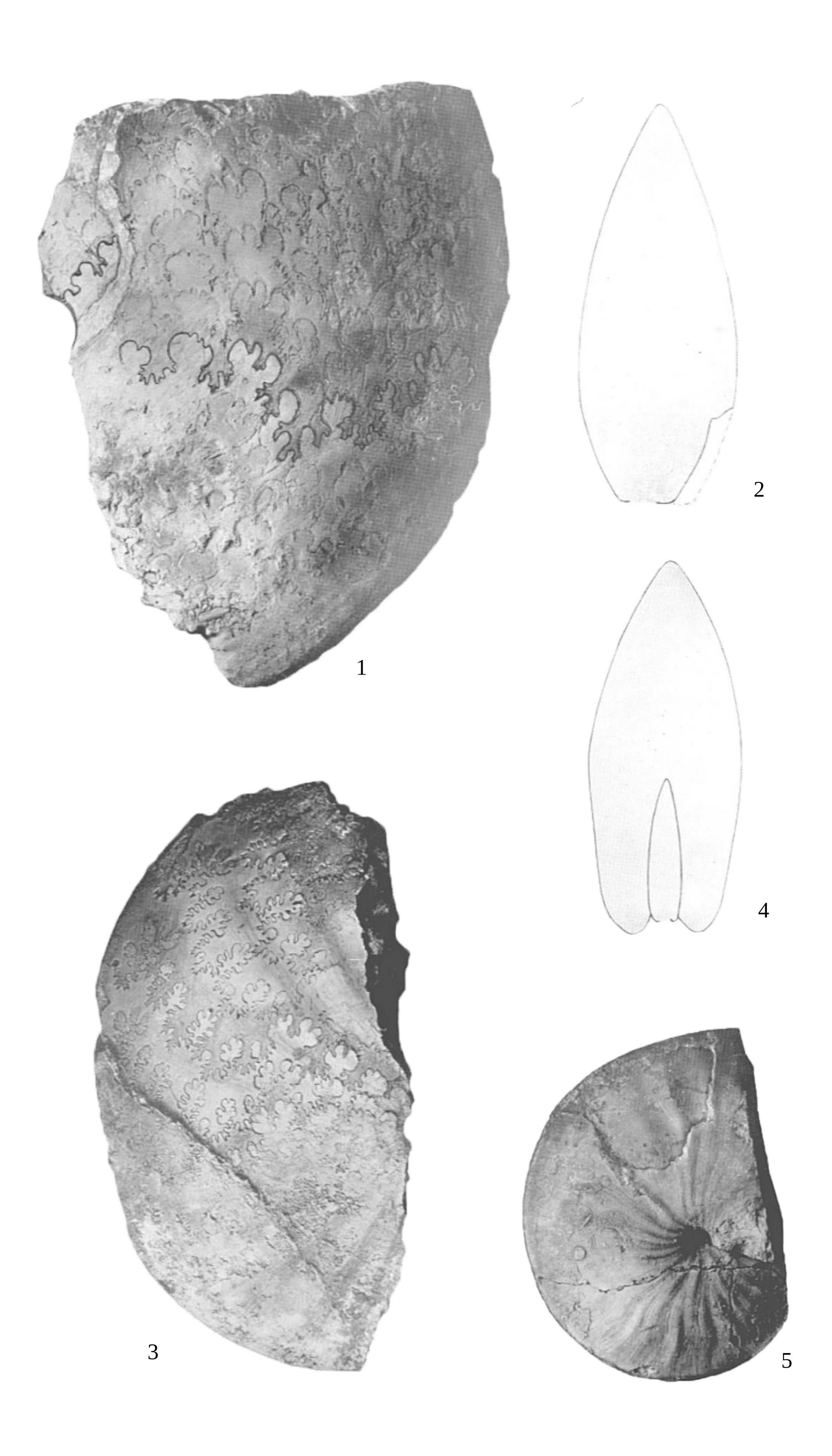

1
2
3
4
5

Lámina 10

Fósiles turonienses del este del Ecuador

Figura	Descripción
1	*Inoceramus labiatus* Schlotheim. Vista lateral de un espécimen aplanado en una lutita, del Río Napo, justo abajo del pueblo de Napo.
2, 3	*Roudairia intermedia* Brüggen. Vista lateral y frontal de un espécimen del banco izquierdo del Río Napo, 1 milla abajo del pueblo de Napo.
4, 6	*Cyprimeria* n. sp. aff. *C. excavata* Morton, del banco izquierdo del Río Napo, ½ milla abajo del pueblo de Napo. Figuras 4, 5: Vista lateral y cardinal del espécimen. Figura 6: Sección transversal del gozne de otro espécimen.
7	*Inoceramus labiatus* Schlotheim. Vista lateral de un espécimen aplanado en una lutita de la región entre el Río Napo y la Cordillera Guacamayos.
8	*Inoceramus* sp. Vista lateral del espécimen de la región entre el Río Napo y la Cordillera Guacamayos.
9, 10	*Pecten (Neithea) quinquecostatus* Sowerby de la región entre el Río Napo y la Cordillera Guacamayos. Figura 9: Vista de la valva derecha. Figura 10: Vista de la valva izquierda.
11	*Exogyra* aff. *E. flabellata* D'Orbigny. Vista lateral de la valva izquierda del Río Jandachi, 3 millas al noreste de la casa de José Morales, que está en la ruta Quito-Napo a 4 millas al norte de Archidona.
12	*Exogyra* aff. *E. flabellata* D'Orbigny. Vista lateral de la valva izquierda obtenida del Río Misahuallí entre la desembocadura del Río Tena y la desembocadura del Río Hollín.
13	*Arca n.* sp. aff. *A. archiacana* D'Orbigny. Vista lateral de una réplica interna de la localidad a 1¼ millas al este de la casa de José Morales, en la ruta que va al este hacia el Río Jandachi. La casa de Morales está a 4 millas al norte de Archidona en la ruta Quito-Napo.
14	*Glycimeris* n. sp. Vista lateral de una réplica interna de la misma localidad de la anterior.
15	*Pinna* sp. Vista lateral de una réplica interna de la misma localidad de la anterior.
16	*Gervillia* sp. Vista lateral de una réplica interna de la misma localidad de la anterior.
17, 18	*Pteria* n. sp. aff. *P. gastrodes* Meek, de la misma localidad de la anterior. Figura 17: Vista lateral de una réplica interna de la valva derecha. Figura 18: Vista lateral de una réplica interna de la valva izquierda.

Todas las figuras reducidas a un séptimo.

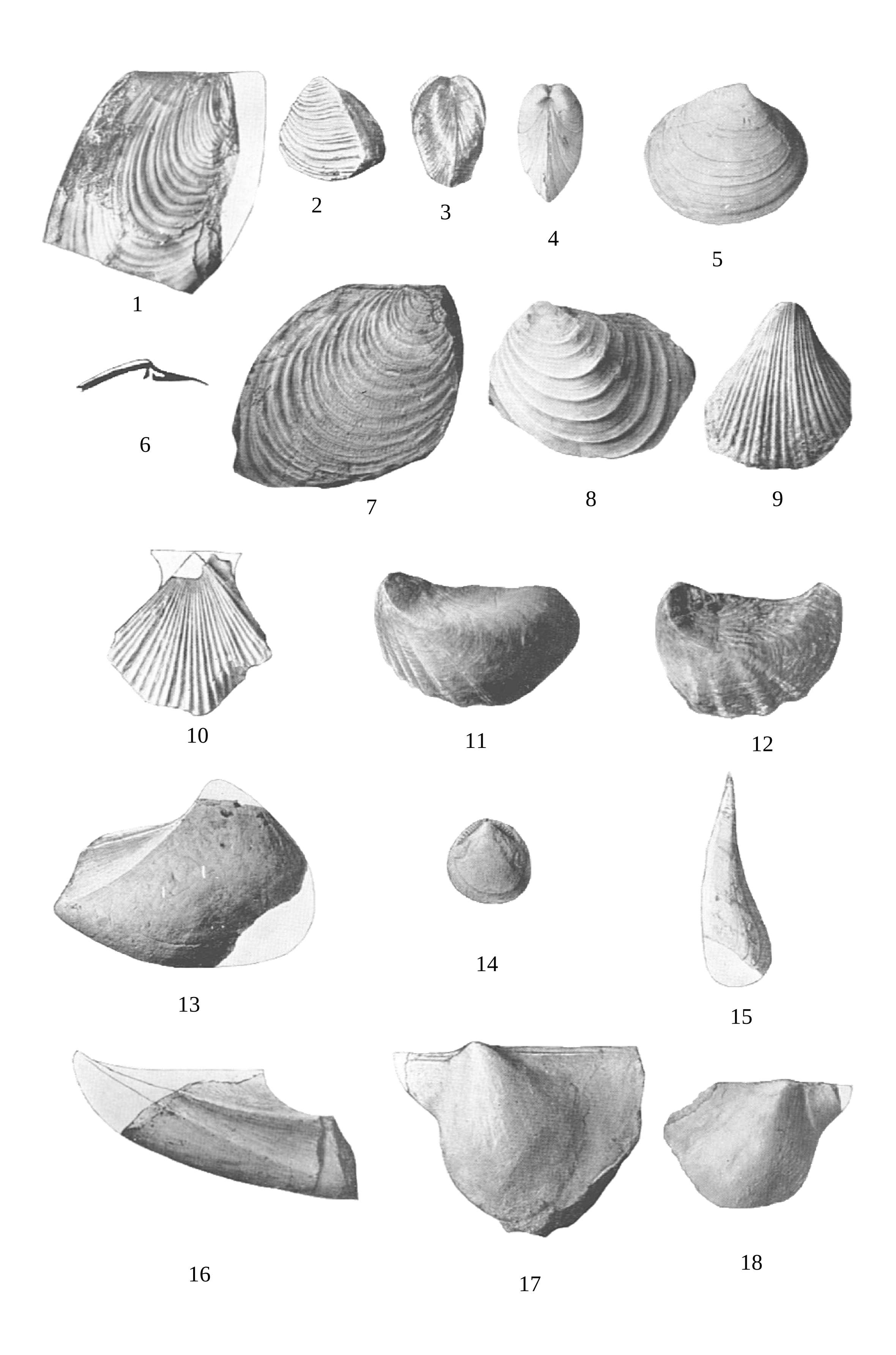

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Lámina 11

Fósiles turonienses del este del Ecuador
Todos los especímenes mostrados en esta lámina son de la localidad a 1¼ millas al este de la casa de José Morales en la ruta que va al este hacia el Río Jandachi. La casa de Morales está a 4 millas al norte de Archidona.

Figura	Descripción
1-3	*Exogyra olisiponensis* Sharpe. Figuras 1, 2: Vistas superior y lateral de un molde natural de una gran valva (izquierda). Figura 3: Vista de una réplica de yeso de un molde natural del exterior de una pequeña valva (derecha), algo agrandado.
4	*Exogyra* aff. *E. flabellata* D'Orbigny Vista lateral de una réplica interna de una valva izquierda.
5-6	*Trigonia crenulata* var. *peruana* Paulcke. Vistas lateral y cardinal de una réplica interna.
7	*Trigonia* aff. *T. hondaana* Lea. Vista lateral de una réplica interna.
8	*Pecten (Neithea) aequicostatus* Lamarck. Vista lateral de una réplica interna.
9	*Pecten (Syncydonema)* n. sp. Vista lateral de una réplica interna de la parte de una valva.
10	*Plicatula* aff. *P. auressensis* Coquand. Vista del facsímil de un molde de la superficie de la parte de una valva.
11-12	*Modiola* aff. *M. socorrina* D'Orbigny. Figura 12: Vista del facsímil de un molde de la superficie de la parte de una valva izquierda. Figura 1 1: Vista de la réplica interna de una valva derecha.
13	*Modiola* n. sp. aff. *M. flichei* Peron. Vista lateral de una réplica interna.
14-15	*Liopistha* n. sp. aff. *L. ligeriensis* D'Orbigny. Vistas lateral y cardinal de la réplica interna de un caparazón casi completo.
16-17	*Cardita* n. sp. aff. *C subparallela* Gerhatdt. Vistas lateral y frontal de una réplica interna.
18	*Protocardia appressa* Gabb. Vista lateral de una réplica interna.
19-20	Figuras 19, 20: *Venus* n. sp. Figura 19: Vista lateral de una réplica interna de una valva derecha. Figura 20: Vista (×4) del facsímil del gozne.
21	*Tellina?* sp. indeterminable. Vista lateral de una réplica interna.

Todas las figuras, excepto la 20, reducidas a un séptimo

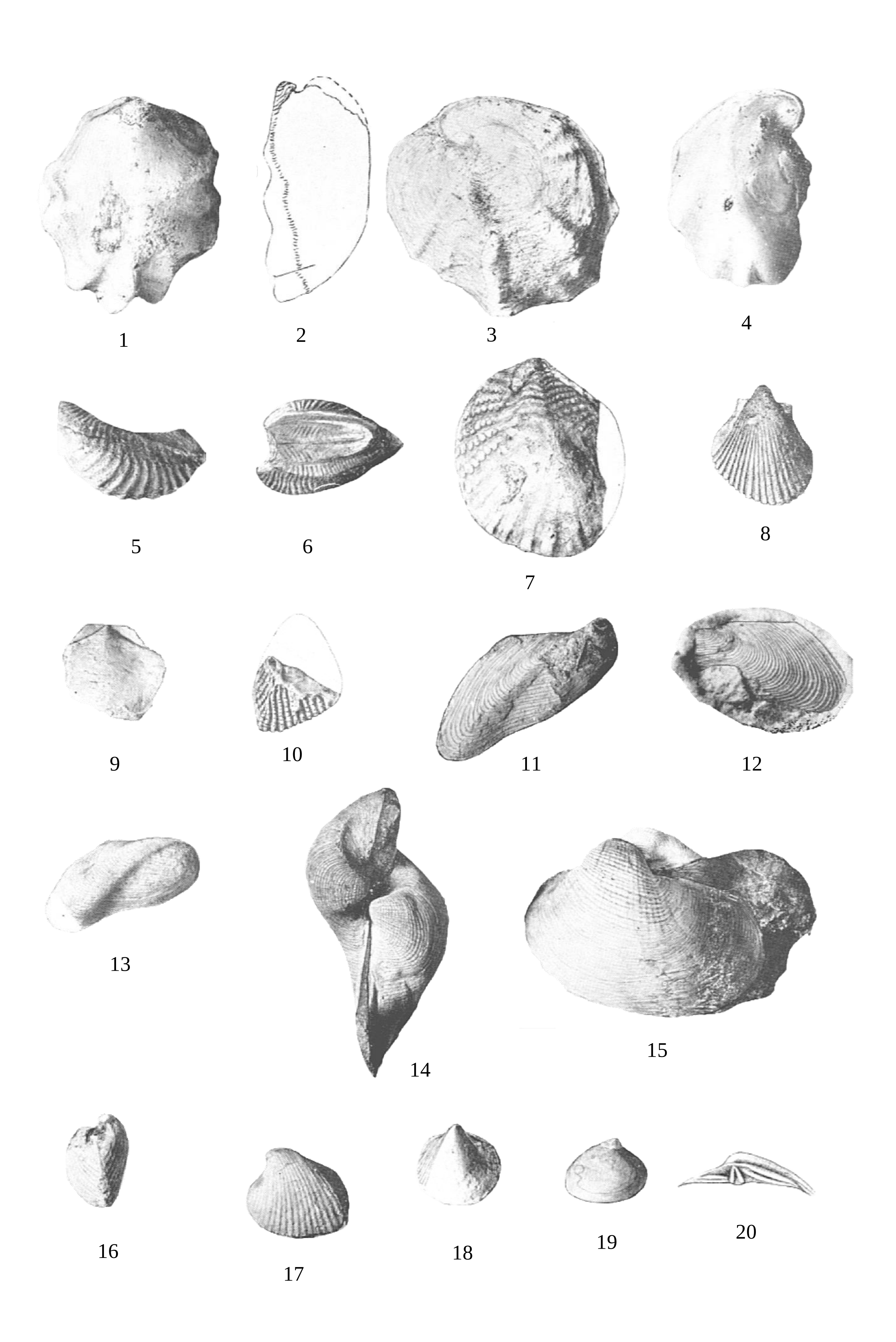

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Lámina 12

Fósiles turonienses y albienses del este del Ecuador

Figura	Descripción
	Fósiles turonienses
1	*Mactra?* n. sp. Vista lateral de una réplica interna de la localidad a 1¼ millas al este de la casa de José Morales, en la ruta que va al este hacia el Río Jandachi. La casa de Morales está a 4 millas al norte de Archidona.
2-3	*Corbula* aff. C. *peruana* Gabb, Vistas lateral y cardinal de una réplica interna de la misma localidad de la anterior.
4-5	*Gyrodes* n. sp. aff. *G. depressa* Meek. Dos vistas de una réplica interna de la misma localidad de la anterior.
6	*Turritella* aff. *T. vibrayeana* D'Orbigny. Vista (×2) de un fragmento de la misma localidad de la anterior.
7	*Aporrhais* aff. *A. costae* Choffat. Vista de una réplica interna de la misma localidad de la anterior.
8	*"Fusus"* n. sp. aff. *F. ubaquensis* Gerhardt. Vista de una réplica interna de la misma localidad de la anterior.
9-11	*Mammites* n. sp. (=*Mortoniceras cañaense* Gerhardt?). Misma localidad de la anterior. Figuras 9, 10: Vistas lateral y posterior de una réplica interna. Figura 11: Vista de una réplica de yeso de un molde del exterior del mismo espécimen.
	Fósiles albienses
12-13	*Inoceramus concentricus* Parkinson. Vistas lateral y frontal de una réplica interna obtenida del Río Hollín, 5 millas al sureste de Archidona.
14	*Plicatula* aff. *P. gurgitis* Pictet y Roux. Vista de una réplica interna de la misma localidad de la anterior.
15-17	*Brancoceras* n. sp. De la misma localidad de la anterior. Figuras 16, 17: Vistas lateral y sifonal de una réplica interna. Figura 15: Sutura de otro espécimen.
18-20	*Oxytropidoceras (Manuaniceras?) carbonarium* (Gabb) (=*Schloenbachia acutocarinata* Shumard de varios autores). Vistas lateral y sifonal y, sutura (×2) del espécimen de la misma localidad de la anterior.

Todas las figuras, excepto la 6 y 18, reducidas a un séptimo.

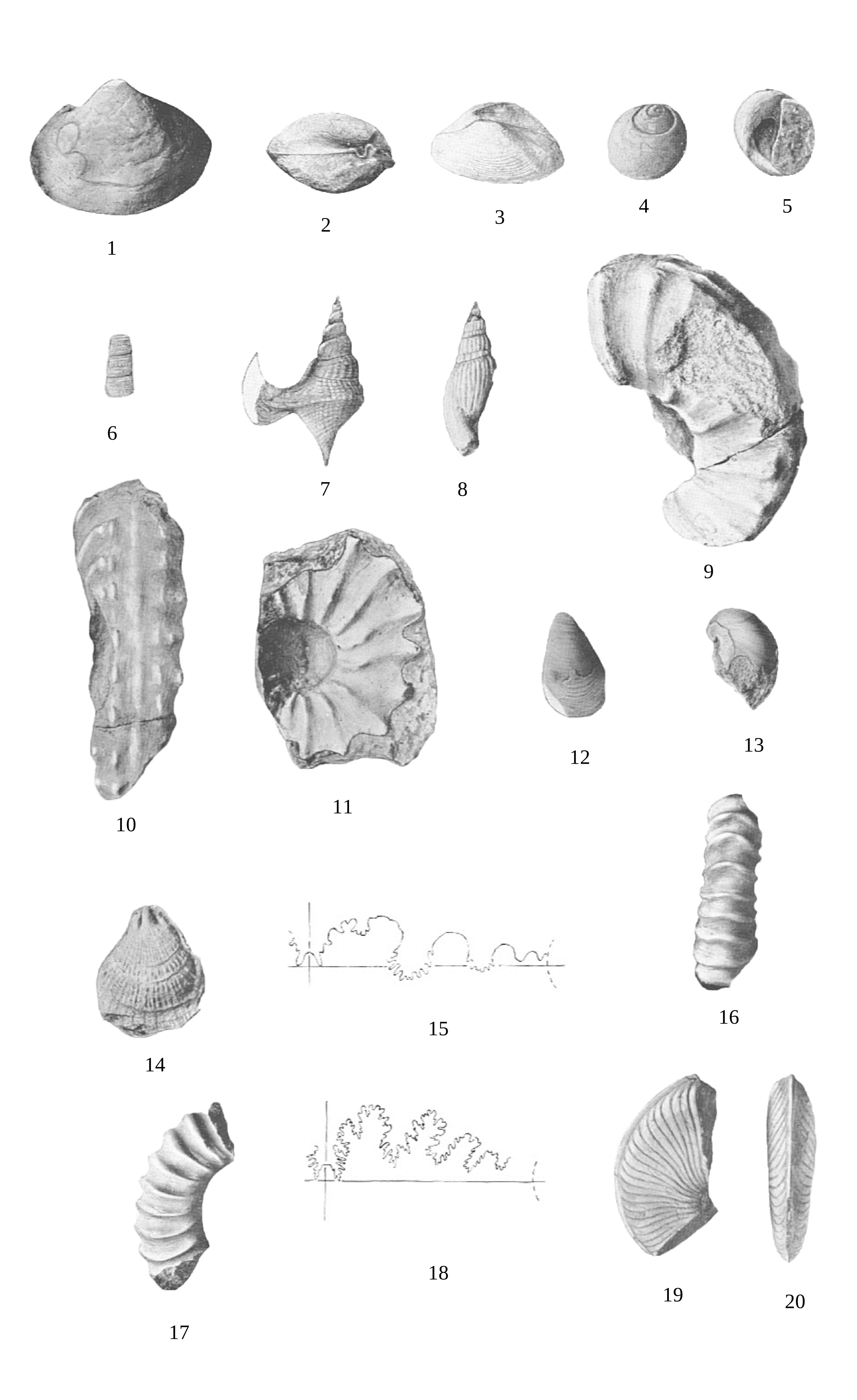
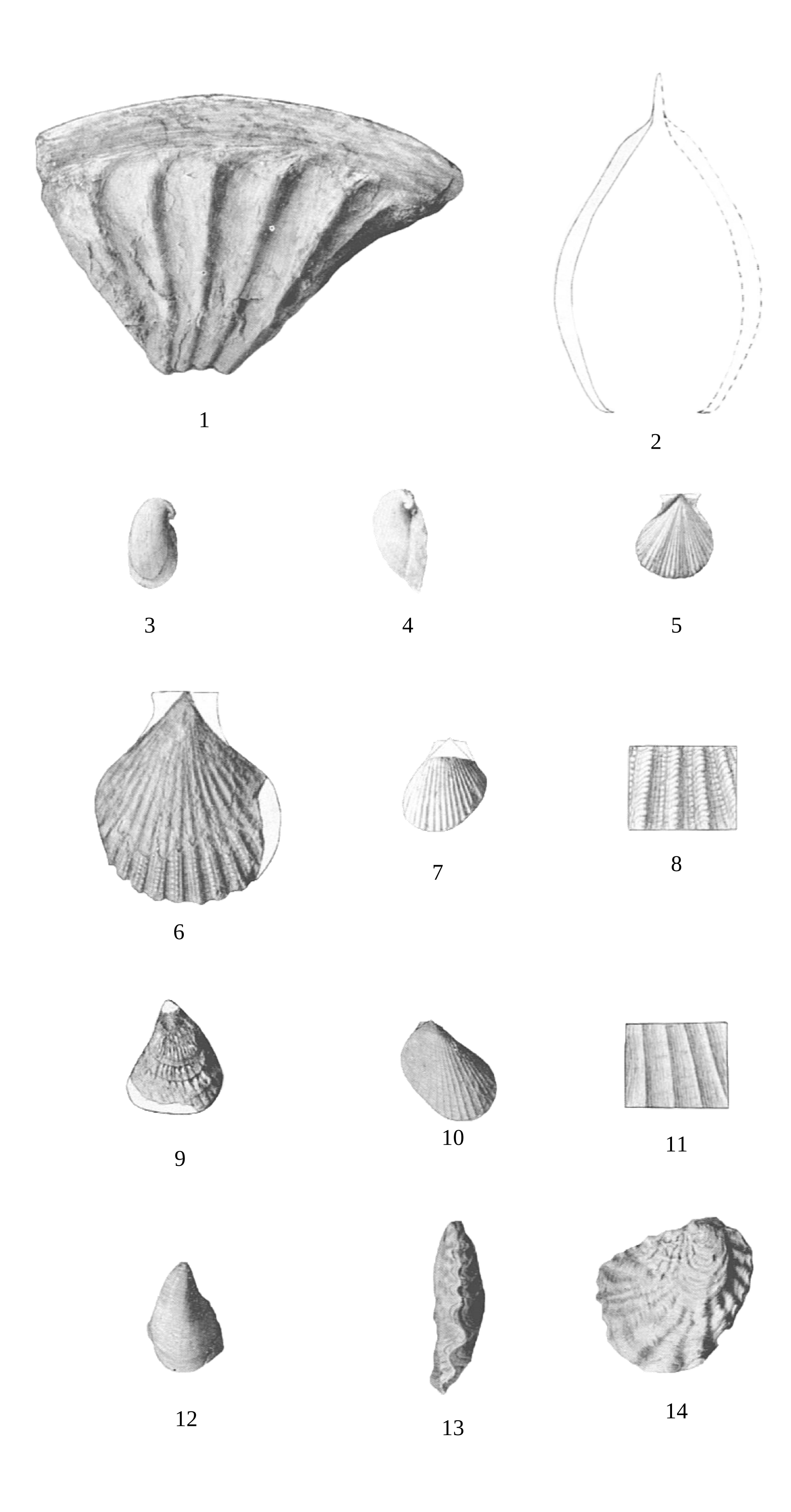

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Lámina 13

Figura	Descripción
	Fósiles albienses del este del Ecuador
1-2	*Oxytropidoceras* n. sp. all. *O. belknapi* (Marcou). Vista lateral y sección transversal de un espécimen, una réplica interna que contiene fragmentos del caparazón, del Río Hollín, 5 millas al sureste de Archidona.
	Probablemente fósiles albienses
3-4	*Exogyra* aff. *E. africana* Coquand, Vistas lateral y frontal de una réplica interna obtenida del Ursuyacu en el cruce de la ruta Quito-Napo, casi 9½ millas al norte de Archidona.
5	*Pecten (Neithea)* n. sp. aff. *P. phaseola* Lamarck. Vista de un espécimen, de la misma localidad del anterior.
6	*Pecten* n. sp. aff. *P. marrotianus* D'Orbigny. Vista de un espécimen, de la misma localidad del anterior.
7-8	*Lima* n. sp. Vista de un espécimen y de la parte superficial (×4) de la misma localidad del anterior.
9	*Plicatula* aff. *P. gurgitis* Pictet y Roux. Vista de un espécimen, de la misma localidad del anterior.
10-11	*Lima* n. sp. aff. *L. intermedia* D'Orbigny. Vista de un espécimen y de la parte superficial (×4) de la región entre el Río Napo y la Cordillera Guacamayos.
12	*Inoceramus concentricus* Parkinson. Vista lateral de una réplica interna de la región entre el Río Napo y la Cordillera Guacamayos.
13-14	*Ostrea syphax* Coquand. Vistas lateral y frontal de un espécimen de la región entre el Río Napo y la Cordillera Guacamayos.

Todas las figuras, excepto la 8 y 11, reducidas a un séptimo.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

[American Journal of Science October 1928, s5-16 (94) pp. 299-312]

LAS LAVAS DEL VOLCÁN SUMACO, ESTE DEL ECUADOR, SUDAMÉRICA

por

ROY J. COLONY

y

JOSEPH H. SINCLAIR

Traducción al español por
Stalyn Paucar y Juan Quiroga

Referencia bibliográfica

COLONY ROY J. y SINCLAIR JOSEPH H. (1928) The lavas of the volcano Sumaco, Eastern Ecuador, South America. [Las lavas del volcán Sumaco, este del Ecuador, Sudamérica]. American Journal of Science October 1928, s5-16 (94) pp. 299-312. En Paucar Stalyn (2022) Compilación de los trabajos de Joseph H. Sinclair, Roy J. Colony, Theron Wasson y Charles P. Berkey, 1923-1932, Quito, pp. 105-120.

CONTENIDO

Tablas

Figuras

INTRODUCCIÓN

En febrero 1541, Gonzalo Pizarro, el hermano del famoso conquistador del Perú, partió de Quito liderando una expedición cuyo objetivo era explorar y conquistar la "tierra de la canela", una región que había sido reportada como ubicada en la base Este de los Andes, y que contenía riquezas más allá de lo imaginable, no sólo de canela, sino también de oro y otros metales preciosos. La expedición terminó en un retorno desastroso hacia Quito, después de muchos meses de recorrer infructuosamente la lluviosa jungla de las cabeceras del Río Amazonas. Sin embargo, para Francisco de Orellana, uno de los capitanes de Pizarro, no todo fue un fracaso; partiendo con unos pocos acompañantes del grupo principal, en diciembre de 1541, descendió por primera vez el Río Napo hasta el Amazonas y después recorrió este último hasta el Atlántico, logrando una de las grandes proezas geográficas del siglo XVI.

De acuerdo con los historiadores[1], los miembros de la expedición de Pizarro no hicieron parada alguna, después de partir de Quito, hasta llegar a la "Provincia" llamada "Zumaco, la cual se encuentra en las laderas de un alto volcán"; aquí permanecieron dos meses y en el registro de su viaje[1] quedó la primera mención histórica del volcán Sumaco.

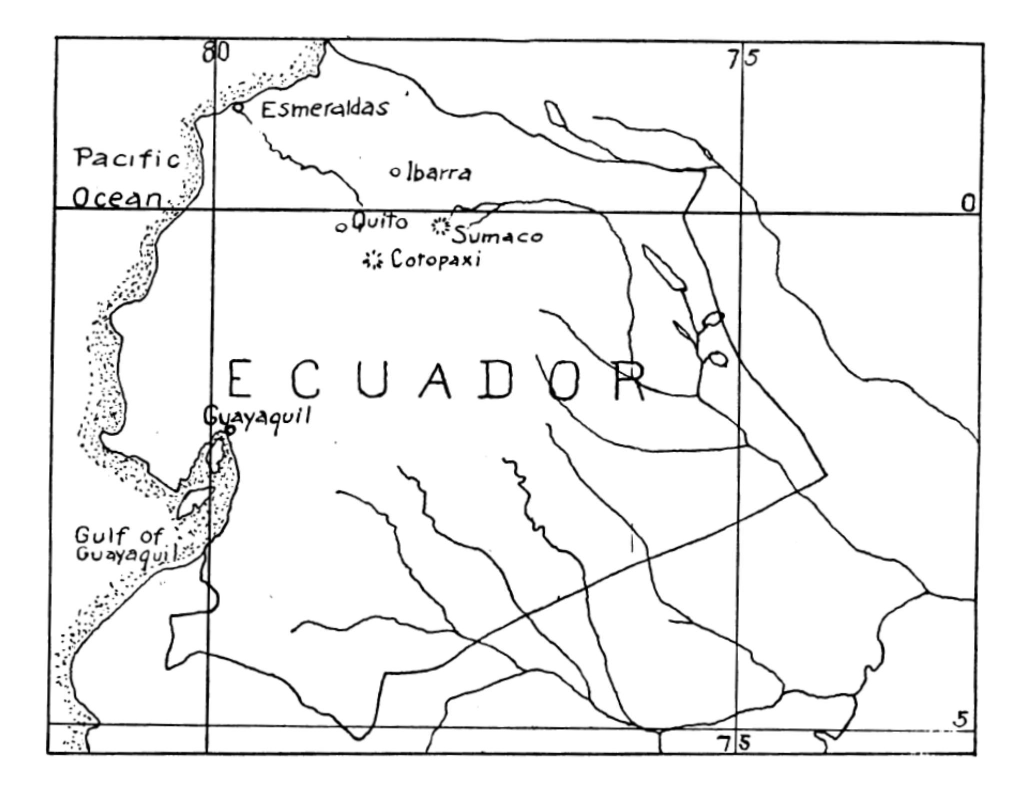


Fig 1. Mapa bosquejo del Ecuador mostrando la ubicación aproximada del volcán Sumaco (ver el mapa actualizado al final del texto).

[1] López de Gómara, Francisco, Primera y Segunda Parte de la Historia General de las Indias. Zaragoza, 1552. Chapter 143 of the "Primera Parte"

Zarata, Augustin de, Historia del Descubrimiento y Conquista del Perú. Antwerp, 1555. Book. 4, chapter 2.

Declaraciones referentes al volcán y su ubicación han aparecido desde entonces[2], Jiménez de la Espada describe el cráter del volcán con un diámetro de 100 metros. Algunos de los primeros exploradores han mapeado el volcán, pero en ningún caso se lo ha ubicado de manera correcta en los mapas[3], ni Theodor Wolf (1892), Vacas Galindo o Fleming (1912) lo muestran en sus mapas del Ecuador.

Los geólogos Joseph H. Sinclair y Theron Wasson, mientras descendían el Río Napo en 1921, y usando el mapa del Ecuador de Wolf, quedaron muy sorprendidos, cuando en septiembre 9 de 1921 en un punto a 44 millas al Sur del pueblo de Napo notaron a 31 millas al Noroeste un alto, en forma de cono y aislado pico, elevándose sobre la jungla del Amazonas. De las travesías del Río Napo, entre Napo y la desembocadura del Río Coca, y de las travesías desde Napo hacia el Norte a través de Tena y Archidona, hasta la base de la Cordillera Guacamayos, la posición exacta del volcán fue encontrada por medio de intersecciones, y su altitud por ángulos verticales; ésta es 0°32’ latitud sur, 77°38’ al Oeste de Greenwich, y su punto más alto es de 12670 pies sobre el nivel del mar[4]. La ubicación aproximada se muestra en la Figura 1. En 1925 el comandante George M. Dyott, visitó esta elevación[5], como parte de su travesía del descenso del Río Napo (Fig. 2).

Al comparar lo que menciona Jiménez de la Espada y Dyott, parece probable que haya ocurrido un período de actividad volcánica entre 1865 y 1925, puesto que Jiménez de la Espada describe el cráter con un ancho de más de 328 pies, mientras que Dyott indica un diámetro de 900 pies; y mientras que el anterior señala una gran abertura en el cráter, en la parte sur, el comandante Dyott habla sobre un cráter perfectamente formado. Desafortunadamente no tenemos datos comparativos de la profundidad del cráter.

---

2 Ordóñez de Cevallos, Pedro, Viaje del Mundo, Madrid. 1614.
Jiménez de la Espada, Marcos, Primeros Descubrimientos del País de la Canela, El Centenario, Madrid, 3, 437-457, 1892.
Rice, Alexander Hamilton, From Quito to the Amazon via the Río Napo, The Geog. Jour., 21, 401-408, 1903.
3 Maldonado, Pedro, Carta de la Provincia de Quito, 1750.
Díaz de la Fuente, Appolinario, Mapa Geográfica de la Provincia de Quixos, 1777.
Humboldt, Alexander, Atlas Géographique et physique des régions équinoxiales du nouveau continent, Paris, 1814-1834, Plate XI.
Villavicencio, Manuel, Carta Corográfica de la República del Ecuador, New York, 1858
4 Sinclair, J.H., and Wasson, T., Explorations in Eastern Ecuador, The Geog. Review, 13. 190-210, 1923
5 Dyott, G.M., On the Trail of the Unknown in the Wilds of Ecuador and the Amazon, New York, 1926

LAS LAVAS DEL SUMACO

El comandante Dyott recolectó, a nuestro pedido, especímenes del Sumaco, y secciones delgadas se realizaron de estos. La examinación petrográfica de estas secciones ha revelado que el magma del volcán Sumaco se distingue por la presencia de minerales feldespatoides.

El hecho de que las lavas de los volcanes del Ecuador hayan estado sujetas a una gran cantidad de estudios petrográficos indica que el magma del Sumaco es único en esta región, puesto que estos minerales no pudieron haber pasado desapercibidos en los numerosos especímenes de rocas examinadas (de los volcanes Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua, etc.), especialmente por petrógrafos alemanes.



Fig 2. Fotografía del volcán Sumaco, tomada en 1925 por el comandante George M. Dyott desde el pueblo de San José, en el Este del Ecuador.

De acuerdo con Iddings[6] las lavas del Ecuador son principalmente andesitas, gradando hacia basaltos en algunos casos; en ciertas localidades son comunes las dacitas y riolitas, pero Iddings no menciona la ocurrencia de lavas con feldespatoides, ni siquiera existe referencia alguna a tal tipo de lavas en la literatura petrográfica de las rocas del Ecuador. Las sienitas con nefelina son más o menos comunes en Brasil, y su ocurrencia es mencionada en la Guyana Francesa y la Patagonia. En los flancos orientales de los Andes de Argentina y la Patagonia, las lavas con nefelina son asociadas con los usuales volcánicos andinos; fonolitas, basaltos con nefelina, basaltos con leucita y basaltos tefríticos también existen en Brasil[7].

---

6 Iddings, J.P., Igneous Rocks, Vol. II, p. 441.

7 Descritos en varias publicaciones por O.A. Derby, F. Graeff, E. Hussak, J. Machado, Hunter and H. Rosenbusch, E.O. Hovey, F.E. Wright, Referencias citadas por by J.P. Iddings, Igneous Rocks, Vol. II, p. 486

El volcán Sumaco es diferente de todos los picos volcánicos del Ecuador, en su posición se encuentra aislado de la cadena principal de los Andes, éste alcanza una elevación relativamente baja respecto a la planicie amazónica, además, en sus flancos se encuentran sedimentos inclinados a los cuales atravesó. De la descripción de la geología general de la región por Sinclair y Wasson[8] está claro que el volcán nació en una edad subsecuente a la depositación de los estratos del Cretácico Tardío que se encuentran alrededor de su base. Su condición no-erosionada indica que es de reciente origen y la comparación de las anteriores descripciones de su cráter en 1865 y 1925, apuntan hacia la posibilidad de actividad entre estas fechas.

Debido a que ésta es la primera descripción petrográfica de las rocas de este volcán, el cual es el primer centro volcánico conocido hacia el Este de los Andes del Ecuador, las siguientes descripciones de los especímenes recolectados por el comandante Dyott se presentan en detalle. Las observaciones están basadas en los estudios petrográficos de nueve secciones delgadas cortadas de los especímenes recolectados por el comandante Dyott de los flancos del volcán y del borde del cráter, y en los análisis químicos de cuatro lavas; los especímenes recolectados eran muy pequeños, de modo que, solamente sobró un poco de cada muestra luego de que se realizaron los cortes. Con excepción de la No. 6, que es una caliza con foraminíferos, todas las rocas son lavas andesíticas y basálticas. Lo más notable es la presencia de feldespatoides, excepto en una lava. Ésta es la diferencia de los usuales volcánicos andinos del Ecuador, puesto que, hasta donde los estudiosos del tema conocen, no se han encontrado lavas con feldespatoides en esta región. Aunque de manera general todos los especímenes de estas lavas son similares, existen suficientes diferencias entre ellas para garantizar descripciones individuales, particularmente porque las rocas de este tipo nunca han sido encontradas en esta localidad.

Descripciones petrográficas

- ***Espécimen No. 1,*** obtenido del borde del cráter en la cima del Sumaco, es una tefrita moderada-fuertemente porfirítica, con fenocristales de plagioclasa en un rango de composición de andesina-labradorita, la cual exhibe un notable desarrollo de zonaciones, un maclado complejo, y además contiene inclusiones distribuidas en zonas. Fenocristales de augita de color verde pálido, ligeramente pleocroicos están abundantemente distribuidos al igual que los fenocristales de plagioclasa. Los cristales de augita se encuentran ocasionalmente maclados, algunos de ellos muestran la estructura "reloj de arena", además de un desarrollo de zonaciones. En las secciones que más se marca el pleocroísmo, el color cambia desde un verde pálido hasta tonalidades de un amarillo verdoso. El olivino está tan escasamente distribuido que solo se ha visto un cristal, asociado con la augita que se encuentra como un anillo o borde alrededor de éste. La roca tiene considerable cantidad de magnetita en granos grandes y pequeños, y un poco de apatito accesorio con un color intenso café, el cual se interpreta como polvo de magnetita diseminado.

---

8 El manuscrito está en las manos del editor del Boletín de la Asociación Americana de Geólogos del Petróleo.

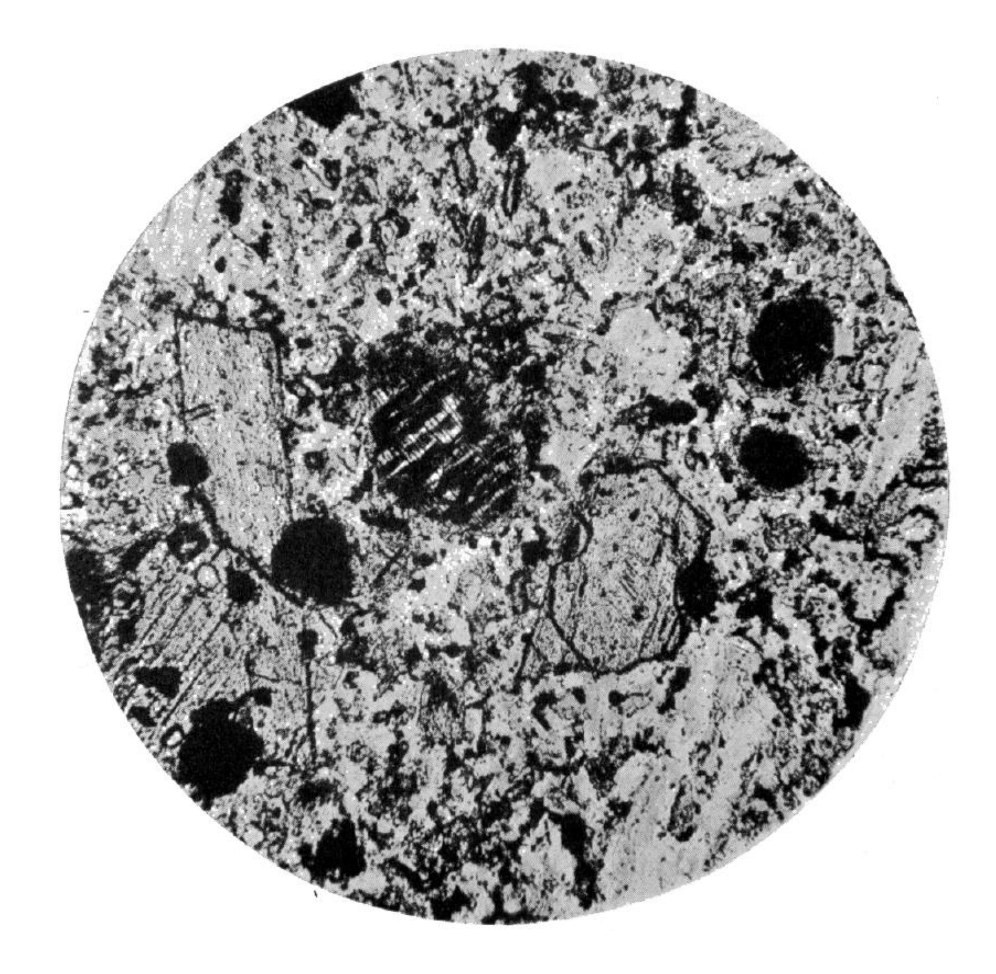


Fig. 3. *Microfotografía del Espécimen No. 1. Luz ordinaria, ×54.* Se muestra uno de los cristales de haüyna, con clivaje, relleno de una inclusión de material fino y oscuro. Las características de la matriz se ven mejor en este aumento, y los fenocristales de augita junto a los de plagioclasa también son visibles.

La matriz se compone de diminutos prismas de augita, pequeños listones de plagioclasa, así también de cristales ligeramente más grandes de plagioclasa que son menos cálcicos en composición que los fenocristales grandes, con capas de feldespato alcalino alrededor de ellos; pequeños cristales de ortoclasa; pequeños cristales cuadrados y rectangulares que tienen la apariencia y el hábito de la nefelina; e imperfectos cristales dodecaédricos de haüyna que muestran un clivaje muy marcado con inclusiones orientadas a lo largo del clivaje y distribuidas como partículas de un polvo fino que hace que algunos cristales sean casi opacos (Fig. 3). Estos cristales de haüyna están rodeados de una capa de algún material isotrópico que quizás sea ligeramente diferente en su composición, en esta capa no penetra el clivaje. Adicionalmente, existen unos puntos túrbidos alterados que en algunos sitios parecen ser intersticiales, estos podrían ser sodalita alterada, aunque su identificación es dudosa. Macroscópicamente la roca es moderadamente porfirítica, gris oscura en color, con abundantes pequeños fenocristales de plagioclasa y augita. Una capa exterior meteorizada de 1/16 pulgadas de espesor recubre el interior gris-oscuro no-meteorizado.

- ***Espécimen No. 2,*** tomado de otra parte del borde del cráter, también es una tefrita. Los fenocristales de plagioclasa son más abundantes que los de augita; tienen un marcado arreglo de flujo y están claros y frescos, con maclas complejas de acuerdo con las leyes de la albita, periclina y Carlsbad, exhiben crecimiento zonal y contienen inclusiones de cristales, vidrio, líquidas y gaseosas, todas más o menos bien orientadas. Algunos cristales de plagioclasa están ligeramente corroídos, pero los golfos de resorción no son un factor prominente. Algunos fenocristales están agrupados, y en algunos casos los cristales individuales de los grupos están levemente separados uno del otro por un vidrio café intersticial (Fig. 4). Los hermosos cristales idiomórficos de augita verde-grisácea, con un débil pleocroísmo, constituyen el componente ferromagnesiano más prominente de la roca. Estos cristales tienen una moderada birrefringencia ($N^{\gamma} - N^{\alpha} = \pm 0.020$), con ángulos de extinción máximos de 36°. Son ópticamente positivos, con una notable dispersión, y ocasionalmente los cristales exhiben de forma compleja tanto la estructura "reloj de arena" como una estructura zonal.

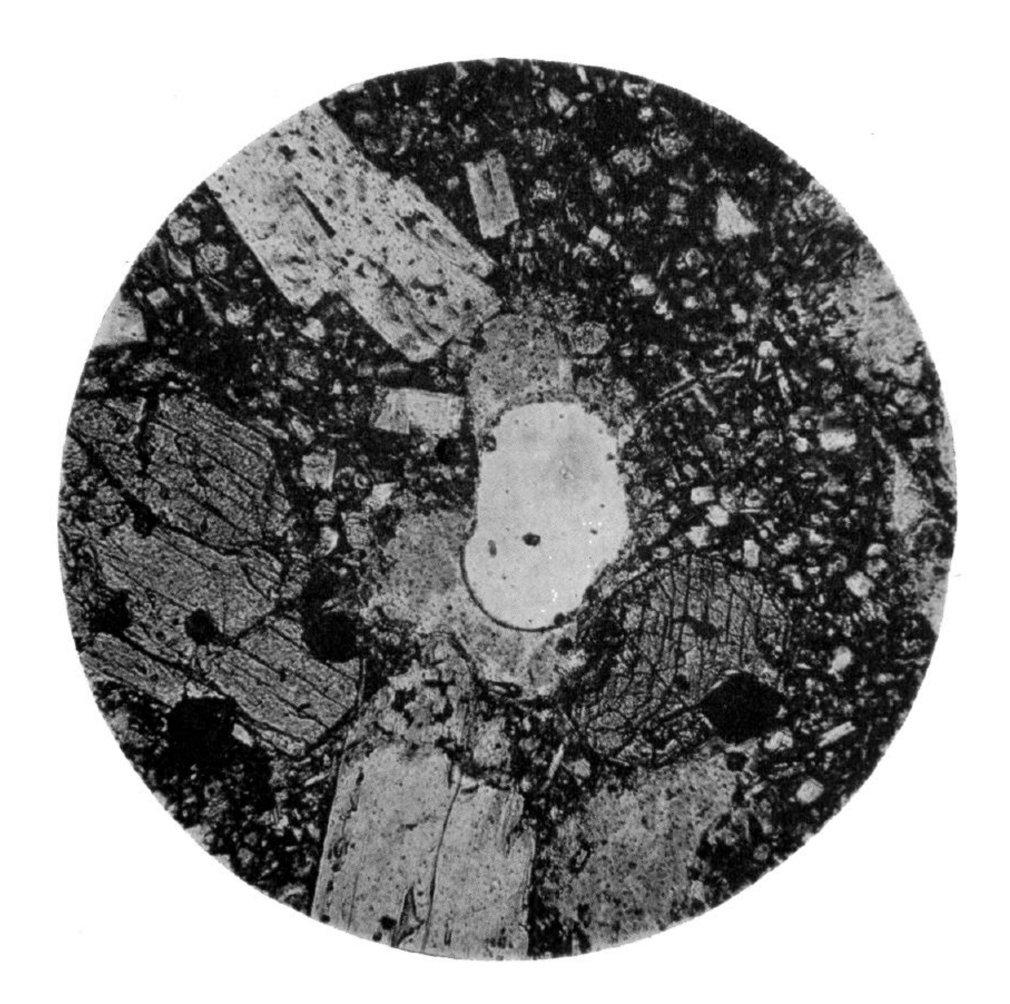


Fig. 4. *Microfotografía del Espécimen No. 2. Luz ordinaria, ×100.* La matriz es un vidrio rojizo, negro en la imagen, rellena con pequeños cristales rectangulares, considerados como nefelina, y diminutas agujas de plagioclasa. Fenocristales claros e inalterados de plagioclasa y augita pueden ser vistos, y en el centro de la figura se observa una vesícula en un claro vidrio incoloro. Un parche irregular del mismo vidrio se encuentra en la parte inferior derecha de la microfotografía.

La matriz está compuesta de una base vítrea café-rojiza rellena con una multitud de pequeños cristales cuadrados, rectangulares y hexagonales que recuerdan a la nefelina, diminutos listones de plagioclasa, y feldespatoides con un hábito dodecaédrico, en algunos de ellos el clivaje está muy marcado por la orientación de las inclusiones, mientras que otros exhiben el característico color azul de la haüyna; adicionalmente existen otros cristales euhedrales, isotrópicos que parecen analcita. El olivino y el apatito son muy escasos, pero la magnetita es un accesorio prominente. La roca es evidentemente vesicular, las vesículas siempre se encuentran en áreas claras, incoloras, transparentes, irregulares e isotrópicas que parecen vidrio y tienen un índice de refracción tan alto como los cristales de plagioclasa. Este espécimen difiere del No. 1 en que es más feldespático, con una estructura de flujo más distintiva y, tiene más vidrio en la matriz. La muestra de mano del No. 2 es más oscura y considerablemente más vesicular que el No. 1. Los pequeños cristales de plagioclasa exhiben un arreglo direccionado debido al flujo, y la haüyna aparece como cristales azulados que son casi tan grandes como los más pequeños feldespatos. Tanto el No. 1 como el No.2 tienen esencialmente la misma composición química, tal como se indica en los resultados del análisis químico en la Tabla 1.

- ***Espécimen No. 3,*** obtenido de los flancos del volcán, es una tefrita vitrofírica cuya matriz está algo alterada pero cuyos fenocristales están completamente frescos, así también los pequeños microlitos de plagioclasa en la alterada matriz vítrea. La roca es vesicular, como la No. 2; las vesículas están siempre conectadas entre ellas y se distribuyen en áreas incoloras, isotrópicas e irregulares del vidrio, similares a aquellas de la muestra No. 2. El feldespato de esta roca se encuentra sólo en la matriz, a través de la cual se distribuyó en la forma de microlitos de labradorita. Augita pálida, casi incolora, con moderada birrefringencia ($N^{\gamma} - N^{\alpha} = \pm 0.018$), dispersión moderadamente fuerte, ópticamente positiva y con ángulos de extinción máximos de 40°, está escasamente diseminada como cristales idiomorfos y grupos de cristales. Un feldespatoide con el hábito de la haüyna es casi tan abundante como la augita; los cristales son tan grandes como los de la augita y forman uno de los rasgos más notables de la roca. La mayoría de ellos tienen buen clivaje, algunos de los más pequeños tienen inclusiones orientadas, y en ciertos casos muestran efectos de golfos de resorción. Estos cristales azules son tan abundantes en la muestra de mano que su índice de refracción fue determinado en la roca pulverizada por el método de la inmersión. Cierta cantidad de determinaciones proporcionaron un índice de 1.503 ± 0.005, correspondiente a una haüyna un tanto cálcica. El índice es más alto que los índices de haüyna de Larsen[9] e Iddings[10]. Larsen indica 1.496 como índice de refracción de la haüyna; Iddings indica 1.4961 como índice de la haüyna azul de Niedermendig. Winchell [11] menciona que el índice varía entre 1.430-1.509, dependiendo del porcentaje de cal. Existe una pequeña cantidad de magnetita, olivino y apatito, como accesorios menores, junto a una hornblenda con un fuerte pleocroísmo amarillo-café.

---

[9] Larsen, E. S., The microscopic determination of the nonopaque minerals, Bull. 679, U.S. Geol. Surv., 1921

[10] Iddings, J.P., Rock Minerals.

[11] Winchell, N.H., and Winchell A. N., Elements of Optical Mineralogy, 1909

TABLA 1

	No.1	No. 2	No.3	No. 7
SiO_2	52.88	51.74	46.14	50.90
Al_2O_3	18.96	19.78	18.04	18.88
Fe_2O_3	2.92	3	6.73	1.82
FeO	2.88	2.03	1.44	3.20
MgO	2.22	2.26	4.91	2.61
CaO	6.40	6.33	9.28	6.45
Na_2O	5.09	5.24	5.08	4.76
K_2O	4.05	3.74	2.91	3.13
H_2O -	0.85	0.75	0.24	1.48
H_2O +	1.33	1.54	0.66	1.80
TiO_2	0.68	0.84	0.68	0.76
P_2O_5	0.42	0.52	0.98	0.78
SO_3	0.01	0.05	0.47	0.21
MnO	0.13	0.13	0.15	0.13
BaO	0.42	0.45	0.30	0.32
Total	**99.24**	**98.40**	**98.01**	**97.23**

Análisis por Ledoux and Company, New York City

NORMAS

	No.1	No. 2	No.3	No. 7
Or	23.91	22.24	17.24	18.35
Ab	30.39	30.39	14.67	34.58
An	16.96	19.18	19.46	21.68
Ne	6.82	7.67	13.63	2.27
S. S.	-	-	0.85	0.43
Di	10.50	7.78	16.63	5.40
Ol	1.81	1.47	3.22	5.20
Mt	4.18	4.41	3.02	2.55
Il	1.37	1.67	1.37	1.52
Hm	-	-	4.64	-
Ap	1.01	1.34	2.35	1.68

No. 1. Tefrita andesítica, II, 5, 2, 4. Akerose; borde del cráter.
No. 2. Tefrita andesítica, II, 5, 2, 4. Akerose; borde del cráter.
No. 3. Tefrita vitrofírica, II, 6, 3, 4. Salemose; flancos del volcán.
No. 7. Tefrita andesítica, II, 5, 3, 4. Andose; 2000 pies cuesta abajo.

Este espécimen difiere de las otras tefritas de esta serie debido a la presencia de fenocristales de haüyna en lugar de feldespato, a la restricción del feldespato en la matriz, donde se distribuye como agujas microscópicas, y en el carácter vítreo de la roca. La composición de la roca también es diferente, tal como lo muestran los análisis de la Tabla 1. La sílice es menor, la cal y magnesia son mayores y el anhídrido sulfúrico también es más alto. Estas diferencias se reflejan en la moda de la roca. La roca es de color rojo oscuro-café, algo vesicular, muy fina en textura, y contiene numerosos, pequeños cristales azules de haüyna en un rango de tamaño de 0.03mm a 1mm, y fenocristales más grandes de augita.

- ***Espécimen No. 4,*** obtenido también de las laderas del volcán, en esencia es una tefrita andesítica. Es porfirítica con una típica matriz andesítica compuesta por diminutos listones de plagioclasa de composición de andesina, arreglados en una estructura de líneas de flujo, en una base más o menos isotrópica, que es en parte vidrio – la estructura "hialopilítica" que exhiben muchas andesitas. Los fenocristales son: labradorita grande, clara, con el usual maclado complejo; cristales pálidos y grandes de augita con moderada birrefringencia; y hornblenda café basáltica, menos abundante que la labradorita o la augita. La magnetita forma uno de los accesorios más prominentes, y el apatito ocurre como inusuales cristales grandes que están más o menos fuertemente coloreados de violeta-café a café ahumado, debido a inclusiones de polvo de magnetita o polvo de ilmenita, en algunos lugares estas inclusiones se concentran haciendo que el cristal tenga unos puntos negros y opacos. La haüyna está distribuida por la matriz como pequeños cristales idiomórficos, claros e isotrópicos que ocasionalmente muestran pequeños golfos de resorción; el más grande de estos cristales tiene dimensiones de 0.25mm. Pocos pequeños cristales cuadrados, dudosamente referidos como nefelina, también están dispersos en la matriz. La roca es ligeramente vesicular, y, al igual que las otras rocas de esta serie, las vesículas están conectadas con áreas irregulares, incoloras, claras e isotrópicas que podrían ser vidrio, pero que en esta roca tienen índices de refracción más bajos que el bálsamo (< 1.535). Los fenocristales son considerablemente más grandes que los de las otras muestras, y esta roca tiene una notable textura andesítica, aunque los feldespatos y piroxenos favorecen una composición basáltica. Macroscópicamente la roca es de un color muy oscuro, fuertemente porfirítica, y con una matriz muy fina. Los fenocristales de plagioclasas son moderadamente grandes, alcanzan dimensiones de 6mm, y los cristales de augita son casi igual de grandes.

- ***Espécimen No. 5,*** también obtenido de las laderas del volcán, tiene un pronunciado color rojo debido, en parte, a la incipiente oxidación de la porción vítrea de la matriz y en parte a la muy abundante cantidad de diminutos cristales rojos diseminados en la matriz. Estos cristales tienen formas monoclínicas, fuerte birrefringencia y fuerte relieve. La mayoría de los cristales tiene una extinción aproximadamente paralela, pero algunos tienen ángulos de hasta 12°, dependiendo de la orientación. Exhiben una fuerte absorción en la dirección perpendicular a su elongación, respecto a esto se comportan como la turmalina. Ocasionalmente un cristal penetra a otro simulando la macla cruciforme de la estaurolita; probablemente son penetraciones accidentales y no maclas. Son de color café-rojo, pero el color es moteado y variable en distribución. Pueden ser cristales de anfíboles o piroxenos ricos en hierro, con un comportamiento inusual de absorción, sin embargo, no estamos seguros de su identidad. Son muy diminutos y no proporcionan evidencia óptica satisfactoria. Por lo demás la roca es normal en su composición, compuesta por plagioclasa básica como fenocristales y como pequeños listones en la matriz arreglados en líneas de flujo; por augita de colores claros con moderada birrefringencia, escasamente distribuida; y accesorios como magnetita, olivino, apatito y una hornblenda basáltica hermosamente pleocroica (amarillo claro-café).

No se observaron minerales feldespatoides en esta roca, en esto difiere con las otras rocas antes presentadas. La roca es un basalto normal. El feldespato, piroxeno y la hornblenda están completamente frescos; toda la oxidación está restringida a la matriz. El olivino está ligeramente atacado, algunos exhibiendo anillos de limonita. La fina matriz roja-café de este espécimen ha experimentado una incipiente oxidación, pero todos los fenocristales están frescos y no-alterados. Al igual que las otras lavas de esta serie, la roca es vesicular, algunas de las vesículas se encuentran en un vidrio incoloro cuyo índice de refracción es muy cercano a 1.535.

- ***Espécimen No. 6,*** tomado de los sedimentos cercanos a la base oriental del volcán Sumaco, son completamente diferentes en origen y composición a las otras ocho muestras. Es una caliza fosilífera que contiene foraminíferos, bryozoa, fragmentos de conchas, todos reemplazados por calcita, y fragmentos amarillos a cafés que representarían los caparazones de los crustáceos. Es difícil identificar los fósiles en sección delgada, pero fueron reconocidos Globigerina, Nodosoria, Cyclomina, Gümbelina, Textularia y Bryozoa. Estas formas están distribuidas en una fina matriz carbonatada que es turbia, probablemente debido a material arcilloso. Una considerable cantidad de pirita se distribuye por la roca como finos agregados granulares, como cristales individuales y en vetillas; pequeños granos negros que podrían ser material bituminoso están escasamente diseminados. En algunos lugares, algo de pirita se ha oxidado a limonita café-rojiza.

- ***Especímenes Nos. 7, 8 y 9.*** Todas estas muestras fueron recolectadas de las laderas del volcán; la No. 7 vino de un punto a 2000 pies cuesta abajo. Todas son tefritas andesíticas esencialmente con la misma composición, y con solo leves diferencias texturales. La matriz de la No. 7 es en parte vítrea, con finas agujas de plagioclasa moderadamente básica y diminutos prismas de augita verde, distribuidos en la matriz. La matriz, compuesta por una base vítrea, agujas enmarañadas de plagioclasa, densamente diseminadas, y diminutos prismas de augita, tiene la estructura "hialopilítica" que es común de muchas andesitas. Esta característica es particular en el espécimen No. 8; la matriz del No. 9, sin embargo, está compuesta por agujas de plagioclasa algo más grandes que aquellas distribuidas en la base vítrea de los Nos. 7 y 8, aunque incluso el No. 9 es también hermosamente hialopilítico.

Todos estos especímenes son moderadamente porfiríticos. Los fenocristales son plagioclasas claras con una composición entre andesina básica y labradorita; están complejamente maclados de acuerdo con las leyes de albita, Carlsbad, periclina y, en algunos casos, de Baveno. La mayor parte exhibe un crecimiento zonal y una distribución localizada de inclusiones. Los microlitos de plagioclasa en la matriz son más ácidos que aquellos que constituyen los fenocristales. La augita ocurre como fenocristales y como diminutos prismas en la matriz en las tres rocas, en éstas también existe un poco de hornblenda basáltica de color café. La hornblenda, en especial la del No. 9, ha sido parcialmente resorbida con el desarrollo de una magnetita fino-granular como producto de resorción. La haüyna es un accesorio común en las tres rocas. En los Nos. 7 y 9 es ligeramente café con márgenes muy oscuros y en algunos casos con un pronunciado clivaje (Fig. 5). La haüyna en el No. 8 no es tan abundante; el color es azul pálido, con márgenes azul más oscuro; incluso la haüyna café, particularmente la del No. 7, en ocasiones es ligeramente azul en el centro. Inusuales cristales grandes de apatito café son accesorios muy notables en las tres rocas, también la magnetita es un elemento prominente.

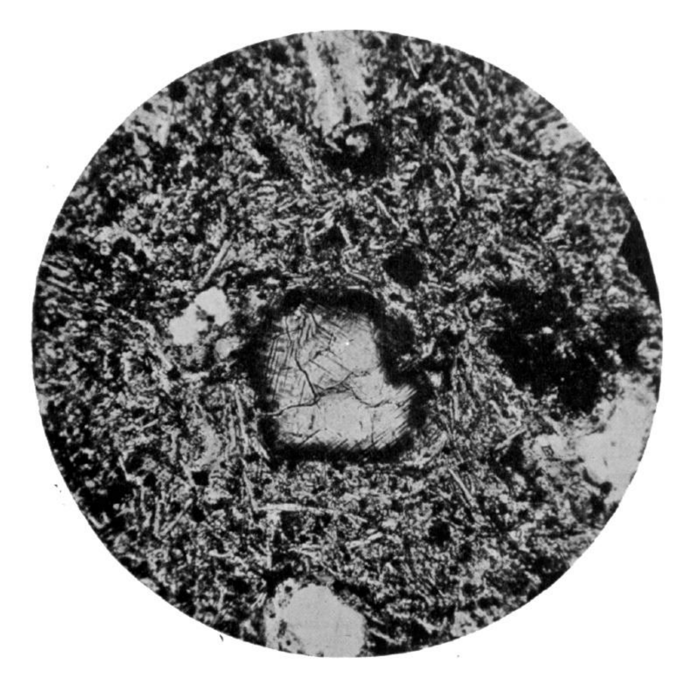


Fig. 5. *Microfotografía del Espécimen No. 7. Luz ordinaria, ×100.* Tomada en una magnificación de 100 diámetros, con el fin de mostrar los detalles de uno de los cristales de haüyna, con sus márgenes muy oscuros y su clivaje incompletamente desarrollado. Además, se exhibe el carácter de la matriz con un poco de más claridad.

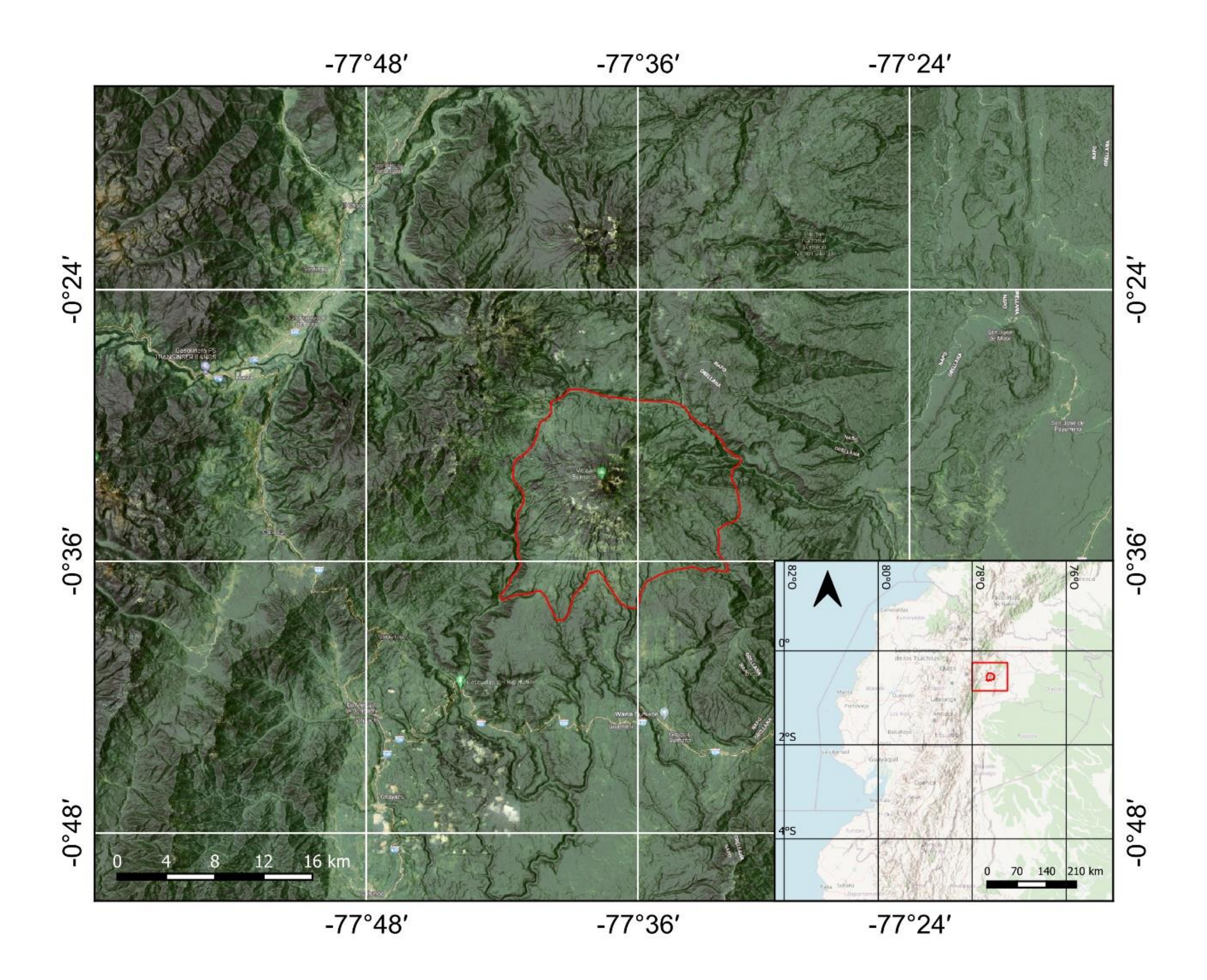
Macroscópicamente el No. 7 es moderadamente porfirítico, con una matriz muy fina, de color gris oscuro, con fenocristales de plagioclasa de hasta un centímetro de longitud, y de augita con tamaños de hasta 7mm como máximo. Esencialmente el No. 8 es igual al No. 7, pero la augita no es tan prominente. El No. 9 es similar a los Nos. 7 y 8. Como se evidencia en los análisis químicos, el No. 7 es muy similar en composición a los Nos. 1 y 2.

Comentario sobre los análisis químicos

Los análisis químicos, Tabla 1, de los Nos. 1, 2 y 7 son similares, pero el No. 3 tiene menor cantidad de sílice, mayor contenido de cal, mayor magnesia y mayor óxidos de hierro combinados. El total de álcalis en los Nos. 1 y 2 es casi igual, nueve por ciento aproximadamente, mientras que en los Nos. 3 y 7 el total de álcalis es de alrededor del ocho por ciento. Por lo demás, los Nos. 1, 2 y 7 son muy similares en composición, especialmente en el contenido de cal, magnesia, alúmina, y aproximadamente el de sílice y total de óxidos de hierro. Todas las rocas tienen un poco de anhídrido sulfúrico, el cual, junto a los altos valores de álcalis, la cal y la alúmina, se ven reflejados en la mineralogía por la presencia del feldespatoide haüyna y por la probable presencia de nefelina como diminutos cristales mencionados en la descripción de estas rocas. El potasio es más alto que lo usual en rocas con esta composición general, está presente en parte como capas o revestimientos de ortoclasa en algunos fenocristales de plagioclasa, en parte como pequeños cristales de ortoclasa distribuidos por toda la base vítrea de las rocas, y probablemente en parte en una forma “oculta” en la base vítrea. Los Nos. 1, 2 y 7 son andesíticos, mientras que el No. 3 es basáltico. De acuerdo con el Sistema Cuantitativo la nefelina se encuentra en la norma de las cuatro rocas, con olivino y diópsido. El prominente feldespatoide en la moda es la haüyna, con nefelina cuya identificación es de menor certeza.

COLUMBIA UNIVERSITY,
NEW YORK

Mapa de ubicación del Volcán Sumaco



[American Geographical Society, Geographical Review, Vol. 19, No. 2, pp. 201-217]

EN LA TIERRA DE LA CANELA: UN VIAJE AL ESTE DEL ECUADOR*

por

JOSEPH H. SINCLAIR

Traducción al español por Stalyn Paucar

* En esta expedición estuve acompañado por mi esposa. Agradecemos no sólo a la Sociedad Geográfica de Norteamérica sino también al gobierno de Ecuador, cuyo presidente, el Dr. Isidro Ayora, sinceramente simpatizó con nuestros esfuerzos, al Departamento Estatal en Washington, y al New York Times.

Referencia bibliográfica

SINCLAIR JOSEPH H. (1929) In the Land of Cinnamon: A journey in Eastern Ecuador. [En la tierra de la Canela: Un viaje al este del Ecuador]. American Geographical Society, Geographical Review, Vol. 19, No. 2, pp. 201-217. En Paucar Stalyn (2022) Compilación de los trabajos de Joseph H. Sinclair, Roy J. Colony, Theron Wasson y Charles P. Berkey, 1923-1932, Quito, pp. 121-142.

CONTENIDO

Figuras

Mapas

INTRODUCCIÓN

En el año de 1539 el Marqués Don Francisco Pizarro, estando en la ciudad de Cuzco, recibió noticias de que más allá de la ciudad de Quito, y más allá de los límites del imperio anteriormente regido por los Incas, existía una amplia región donde crece la canela; él decidió enviar a su hermano, Gonzalo Pizarro, para conquistar tales tierras como las que el propio Marqués encontró, y sea gobernador de ellas[1].

Las desgracias en la expedición de Gonzalo Pizarro pronto indicaron las dificultades para conquistar la Tierra de la Canela – los densos bosques, los ríos, el desolador clima: en las "provincias" de Quijos y Sumaco, dicen las crónicas, "todos los días durante dos meses no paró la lluvia".

Joseph Sinclair y Theron Wasson ingresaron en la Tierra de la Canela en 1921. En el trayecto de su viaje se determinó la posición exacta y altura del gran cono aislado del Sumaco, pero no fue posible acercarse a la montaña por al menos 30 millas[2]. El mapeo del Sumaco quedó pendiente; y en Septiembre 1927 Joseph Sinclair regresó a Quito para viajar al Oriente.

PLAN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Se tenía la intención de recorrer una línea desde Quito al este por el Paso de Guamaní hacia el volcán Sumaco y, después de mapear el cono, explorar la región desconocida hacia el norte de este pico. Pero al llegar a la capital se recibió la noticia de que hubo una violenta erupción volcánica hace 18 meses en alguna parte al este de los Andes, se escuchó grandes explosiones, y por algunos días el cielo se tiñó con la fina ceniza. El Director del Observatorio Astronómico indicó que observó el centro de las nubes de ceniza encontrarse en una línea desde Quito pasando hacia el sur del nevado Cayambe (ver Figura 1). Era evidente por esto y por otra información que un volcán desconocido estaba en actividad. Se decidió modificar el programa del Sumaco para tratar de ubicar a este nuevo volcán.

---

[1] La expedición de Gonzalo Pizarro a la Tierra de la Canela, A.D. 1539-1542 traducida de la segunda parte de los "Comentarios Reales de Perú" de Inca Garcilaso de la Vega, en: C. R. Markham (1859) Expeditions into the Valley of the Amazons 1539, 1540, 1639. [Expedición al valle de las Amazonas 1539, 1540, 1639.], Hakluyt Soc. Publs. Ser. 1, Vol. 24, London, 1859, pp. 3-20.

[2] Sinclair Joseph H. y Wasson Theron (1923) Explorations in Eastern Ecuador [Exploraciones en el este del Ecuador], Geogr. Rev., Vol. 13, pp. 190-210.

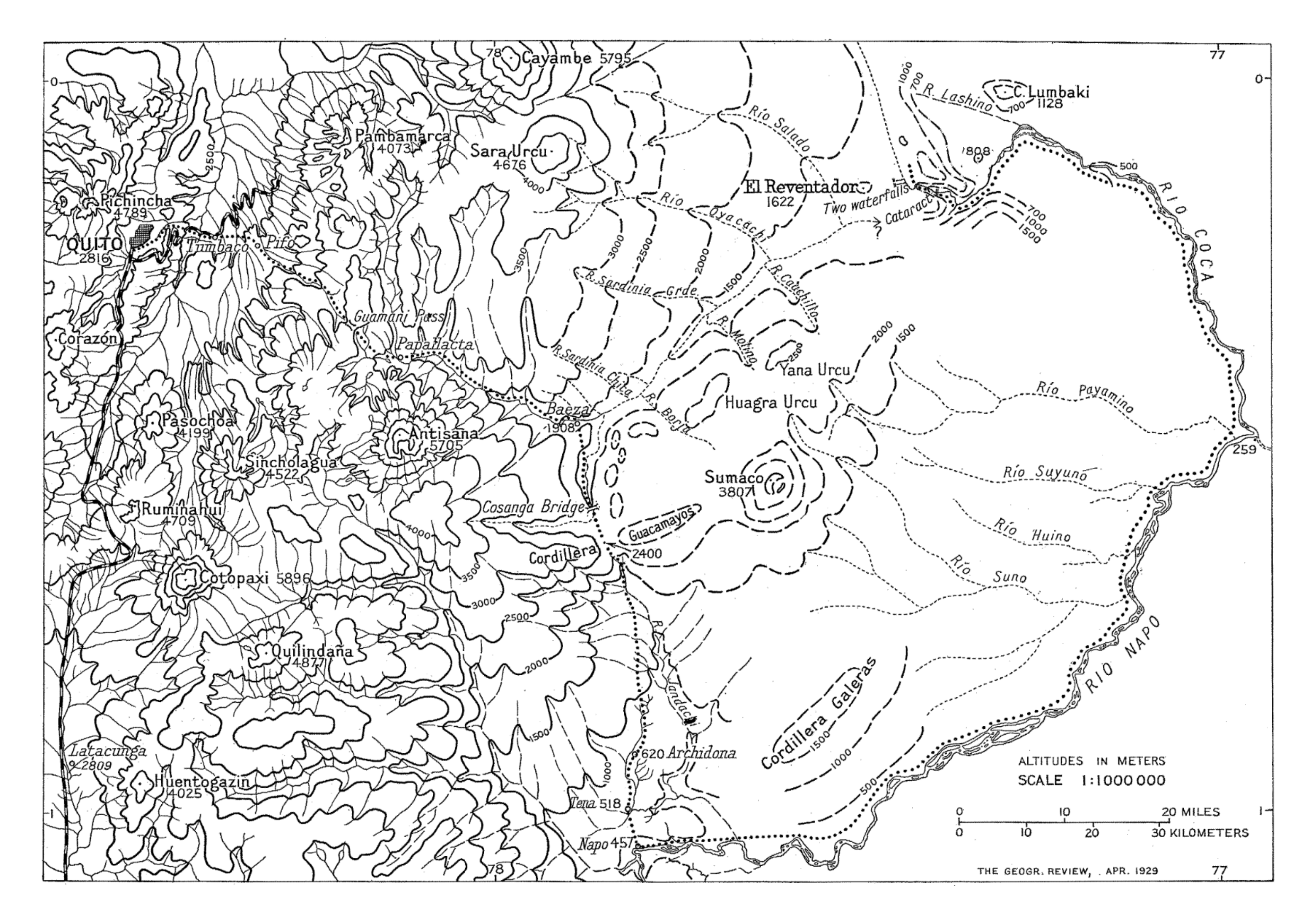


Fig. 1 – El mapa de una parte del este del Ecuador basado en la compilación preparada para las cartas de Quito e Iquitos del Millón de Mapas de Hispanoamérica de la Sociedad Geográfica de Norteamérica, mostrando la ruta de la exploración de Sinclair de 1927-1928.



Fig. 2 – Vista al norte desde la Hacienda Paluguillo (9432 pies) en la ruta de Papallacta mostrando al volcán Cotopaxi en la izquierda y a las planicies desarboladas de las altas tierras del Ecuador.



Fig. 3 – Vista al este sobre las tierras bajas Amazónicas del este del Ecuador en el viaje de la Cordillera Guacamayos por la ruta de Quito-Napo (7870 pies). En el extremo izquierdo se encuentra el volcán Sumaco (12486 pies); en el extremo derecho se encuentra la Cordillera Galeras (casi 5000 pies).

De la anterior experiencia del clima en el este del Ecuador, similar a la de Gonzalo Pizarro, se decidió no tratar de obtener posiciones de latitud y longitud por los métodos convencionales, los cuales involucran cargar el pesado tránsito para observaciones de estrellas y un equipo de radio o cronómetro para el tiempo – y muchas noches sin dormir esperando observar las estrellas que de vez en cuando se asomaban entre las nubes. En cambio se propuso investigar la ruta hacia el este desde el observatorio de Quito (cuya latitud, longitud y elevación son conocidas, 00°12’55’’S-78°29’33’’W, y 9236 pies sobre el nivel del mar) usando una plancheta de 15 pulgadas a la que se le añadió hojas de papel y una alidada telescópica Gurley equipada con una aguja magnética y cables telescópicos que permitan la lectura de distancias usando miras estadimétricas (*stadia rods*). La variación magnética inicial de 6°34’E fue encontrada en Quito respecto a la línea del norte-sur verdadero establecida por el observatorio. Se logró usar la mira estadimétrica no solo para medir distancias, sino también para obtener una línea exacta de niveles de los ángulos verticales medidos en cada lectura, hasta un punto a 55 millas al este de Quito donde ya se ingresa a los bosques. Luego de entrar a los bosques se usó la plancheta, pero las distancias fueron obtenidas con una cinta de algodón de 300 pies de largo tratada con parafina, y las elevaciones con un barómetro Paulin. Por una distancia de casi 65 millas se investigó al Río Coca usando la *stadia*. El equipo de la plancheta no sólo nos permitió mapear nuestra ruta con precisión, sino también asegurar datos topográficos en ambos lados de la ruta principal por medio de intersección de puntos y sus lecturas de ángulos verticales.



Fig. 4 – En la ruta de Papallacta en la pendiente occidental de los Andes a casi 12000 pies de elevación.

DESDE QUITO AL VALLE DEL QUIJOS

Se inició en Quito el 3 de octubre. Las primeras 14 millas de camino, pasando los pueblos de Cumbayá, Tumbaco y Pifo, pueden ser atravesadas con automóviles, las restantes 42 millas hacia Baeza usando animales de carga. A unas millas más allá de Pifo se encuentra Paluguillo, la hacienda de nuestros amigos el Sr. y la Sra. Francisco Pérez G. Está ubicada a una altitud de 9452 pies y es el último lugar habitado hasta llegar a Papallacta. Esta hacienda se extiende hasta las montañas. El valle, por donde sigue el camino, es amplio y limitado por altas crestas de rocas volcánicas. Instalamos nuestro primer campamento a 11338 pies, la vegetación está limitada a gruesos pastizales. El Paso de Guamaní fue atravesado a 13354 pies. A una milla y media más allá de la cumbre se encuentra la hermosa laguna Sugchoscocha, cuya salida es uno de los afluentes del Río Papallacta; y a 3¾ millas más lejos está la Laguna de Papallacta. Ambas lagunas son angostas, de casi 1 milla de longitud, y aparentemente formadas por represas de lava. La línea de árboles de la pendiente oriental se dibuja aquí a 11400 pies. A casi seis millas del paso se encuentra el pueblo de Papallacta (elevación de 10333 pies), en el cual se indica hay 300 habitantes; pero probablemente esta cifra incluye a los residentes de la parroquia de Papallacta y no sólo al pueblo, en el cual se ve existen pocas casas. Los habitantes son muy pobres y son una mezcla de sangre de Indios y Españoles. El pueblo, ubicado en una profunda garganta, se encuentra a siete millas al norte de la cumbre del gran nevado Antisana, el cual se eleva a 18700 pies sobre el nivel del mar. No se logró verlo debido a que la neblina lo cubría. El camino es excelente para viajar a caballo, y así fue desde Pifo; pero el puente de Chalpi, a 4 ½ millas al este de Papallacta, y una gran parte de las mejoras en este camino por parte del gobierno fueron destruidas en las inundaciones de Febrero 1928.

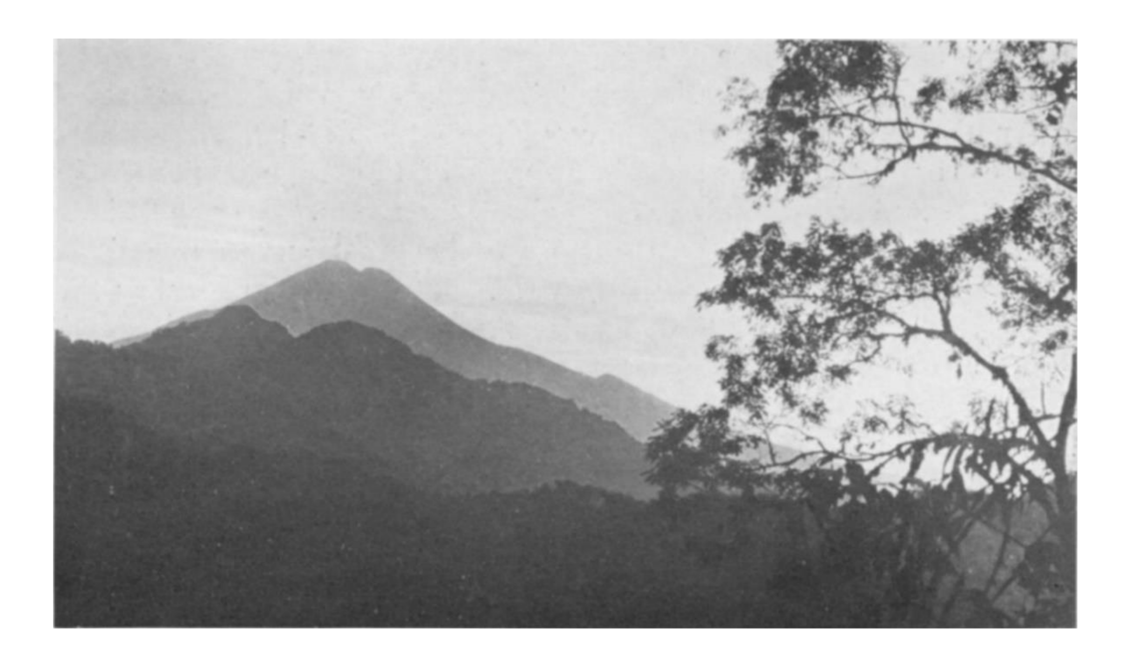


Fig. 5 – El Sumaco visto desde la cumbre de la Cordillera Guacamayos, a 18 millas. Compárese la vista del otro lado, obtenida por el Comandante George H. Dyott, quien visitó el Sumaco en 1925 y obtuvo muestras de roca (Fig. 2 en R. J. Colony and Joseph H. Sinclair: The Lavas of Sumaco Volcano, Eastern Ecuador, South America, *Amer. Journ. of Sci.*, Ser. 5, Vol. 16, 1928, pp. 299-312).

A casi 10 millas desde Papallacta se nos unió nuestro viejo amigo Manuel Rivadeneira de Napo quien estaba viajando con su yerno hacia Quito. En el curso del atardecer Rivadeneira estuvo de acuerdo para realizar un viaje rápido hacia Quito y regresar para unirse. Mientras tanto continuamos bajando el río hacia la confluencia del Río Quijos y Papallacta donde se obtiene una magnífica vista de la garganta del Quijos desde la ruta a varios pies sobre los ríos. También vimos por primera vez al Antisana, cuya capa de nieve podía ser observada arriba de las crestas boscosas. Una corta distancia abajo de este punto el lado meridional del valle del Quijos por varias millas está formado por grandes acantilados, donde los tributarios caen en cascada. A cincuenta y cuatro millas desde Quito el camino cruza al banco derecho del Río Quijos por un excelente puente construido en 1924. A una milla y media abajo de la unión con el gran afluente llamado Guagrayacu llegamos a un cruce por cable sobre el Río Quijos, se nos indicó que es usado por varios Indios que tienen pequeñas granjas unas millas más abajo. Aquí el teniente político de Baeza, quien se acercó a encontrarnos, nos dijo que la erupción volcánica observada desde Quito no sólo se notó ahí, la ceniza cayó en toda la región y el fuego y explosiones aterrorizaron a los habitantes, tanto Indios como blancos. Al obtener la dirección del punto de erupción de varios testigos confiables y al dibujar el rumbo en nuestro mapa, encontramos que se une al rumbo desde Quito en la latitud 0°8’S y longitud 77°33’W.

El estudio de las condiciones desde las alturas en el lado meridional del Quijos indica que este valle se extiende varias millas al noreste y que el volcán, ahora ubicado con mayor precisión, debe estar muy cerca del río, ahí conocido como Coca, a casi 35 millas al noreste de donde nos encontrábamos. Se acordó que la mejor vía para continuar era seguir el lado norte del Valle del Quijos, para hacerlo debíamos alcanzar el banco izquierdo mediante el precario cable.

El carácter torrencial de los Ríos Papallacta y Quijos desde Papallacta hasta el cruce con cable está indicado por el hecho de que entre estos dos puntos existe una caída de 4470 pies, un promedio de 210 pies por milla. Como se notará después, el gradiente final del Coca, formado por éste y otros afluentes alcanza sólo los 19 pies por milla, considerando 59 millas arriba de la desembocadura del río, i.e. entre una elevación de 850 y 1977 pies sobre el nivel del mar. El otro río en el este del Ecuador cuyo gradiente ha sido estudiado a detalle es el Pastaza, el cual entre Ambato en los altos Andes a 8516 pies sobre el nivel del mar y Mera, en la base de los Andes, a 3808 pies sobre el nivel del mar, una distancia de 87 millas, tiene una caída promedio de 58 pies por milla.

En la primera casa abajo del cruce con cable, ocupada por una mujer de nombre Mariana Descobar, decidimos esperar a Rivadeneira. Sin embargo, pronto notamos que era imposible continuar bajando el Quijos, pues no fue posible conseguir Indios cargadores. Respecto a esto nuestra experiencia era otra más de todos los exploradores en la región al este de los Andes del Ecuador. No esperábamos encargarnos de aquello debido al interés oficial en nuestra expedición; pero, aunque el gobierno había dado indicaciones en Papallacta y Baeza, las autoridades de aquellos lugares no quisieron o no lograron conseguir Indios que nos ayuden. Rivadeneira quien ya se nos unió, regresó a Quito para buscar ayuda. Mientras tanto establecimos el campamento aguas arriba cruzando el cable en el banco derecho, y llevamos la investigación a un punto a una milla más allá de Baeza (elevación de 6260 pies) en la ruta hacia el Napo. Encontramos que Baeza consiste en tres cabañas situadas en un bajo, algo plano espolón de una cresta y en una situación favorable para un pequeño pueblo. Se nos informó que la antigua Baeza se encontraba más arriba de la cresta y que cierto número de Indios aún vivía ahí.

LA RUTA CAMBIA HACIA NAPO

Rivadeneira llegó el 30 de Octubre, pero sólo con pocos Indios, uno de ellos se acercó y se arrodilló rogando que no lo llevemos al volcán a morir. El siguiente día no logramos conseguir los Indios adicionales prometidos, y definitivamente abandonamos el proyecto de descender el Valle del Quijos-Coca desde Baeza. Rivadeneira creía que existía una posibilidad de alcanzar el volcán desde la dirección opuesta, i.e. el este, continuando casi 50 millas al sur de Baeza hacia el Río Napo, en la famosa o mejor de mala fama ruta de Papallacta, luego descendiendo el Napo 100 millas a la desembocadura del Coca, cuya posición ya la determinamos con precisión en 1921, para ascender por este último río. Nadie sabía que tan lejos llegarían las canoas subiendo el Coca; pero, como este nuevo programa incluía un nuevo mapeo desde Baeza al sur de la base meridional de la Cordillera Guacamayos, la cual alcanzamos en 1921, y una nueva exploración en las partes bajas del Coca, decidimos continuar. Los resultados nos indicarían que se obtuvo mucho más de lo que hubiésemos conseguido al descender directamente al Valle del Coca desde Baeza.

En Noviembre 3 recogimos la plancheta donde la dejamos en Octubre 27, alcanzando un punto en una nueva ruta a casi dos millas al sur de Baeza. Durante el día logramos ubicar por triangulación la casa de Doña Mariana Descobar en las alturas que bordean al banco izquierdo del Quijos. Los ángulos verticales indicaron una elevación de 6035 pies sobre el nivel del mar, mientras que el promedio de las lecturas del barómetro cuando acampábamos ahí en Octubre 24, 25 y 26, fue de 6090 pies, eso fue realizado a las 10:30 am cada día, y no difiere mucho de la verdadera elevación. Esta casa a tres millas abajo de Baeza, determinada su ubicación y elevación con precisión, es un importante punto de referencia para futuros intentos de explorar el tramo del Río Coca que no fue mapeado en 1927.

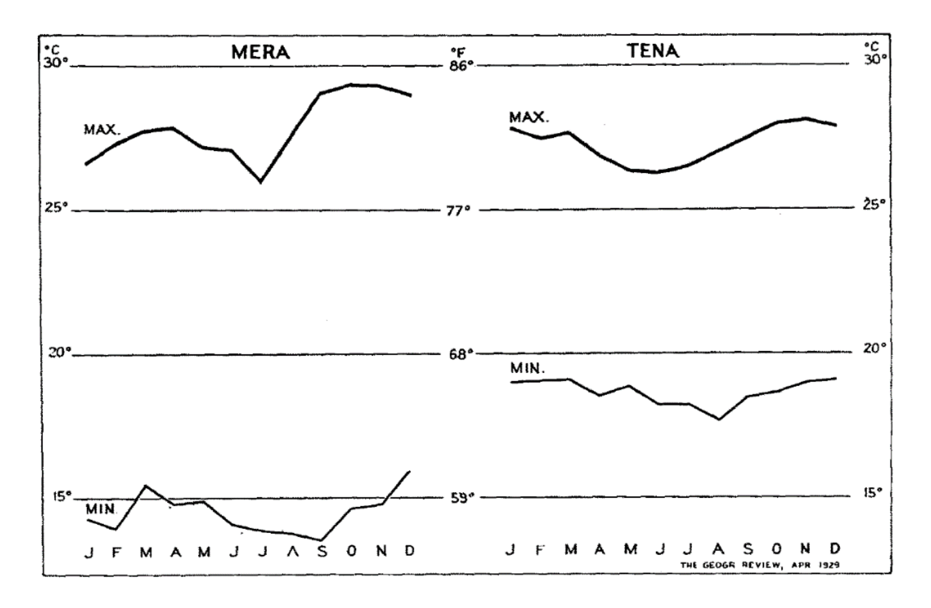


Fig. 6 – La gráfica a la izquierda indica el máximo y mínimo promedio de las temperaturas en Mera (3800 pies) para 1926 y 1927, con base en observaciones meteorológicas por Charles Newdeck. Estos y otros registros de Herr Newdeck se encuentran en la Sociedad Geográfica de Norteamérica.

La gráfica a la derecha indica el máximo y mínimo promedio de las temperaturas en Tena (1700 pies) para 1925 y 1926. Observaciones por los curas josefinos.

Al siguiente día ingresamos en los densos bosques y continuamos por un camino para el cual por 50 millas no existe mejor adjetivo que “trocha lodosa”. En Noviembre 9 alcanzamos un lugar donde el Cosanga, anteriormente cruzado por un cable, ahora puede ser atravesado por un puente suspendido por cables de acero, casi 40 millas arriba del ruidoso torrente, aquí tiene 150 pies de ancho. Sin embargo, el puente se ha vuelto peligroso debido al escaso mantenimiento, los Indios vadean el cauce a una milla arriba del puente. Dejando la ruta principal de la expedición, yo (Joseph Sinclair) fui hacia el vado y con otros tres tomados de las manos atravesamos a la rápida corriente del Cosanga en aguas que nos llegaban hasta el cuello. El río continuaba elevándose, y el resto del grupo estuvo obligado a recurrir al puente, a pesar del peligro del mismo.

El 12 de Noviembre cruzamos la Cordillera de Guacamayos, llamada por los Indios “Rumi Urcu” o montaña de piedra, a una elevación de 7870 pies sobre el nivel del mar. La ruta que asciende por esta montaña se encuentra en un estrecho resquicio cortado al ser usado por siglos de viaje a una profundidad de 10 pies y es tan angosto que difícilmente pasa el cuerpo de una persona. El lodo llegaba hasta las rodillas y debido a las lluvias torrenciales estaba transformado en un arroyo.

En la mañana del 13 de Noviembre el cielo estaba despejado y, antes de que la neblina lo cubra todo, observamos un panorama de belleza salvaje. Al este, a 18 millas, se eleva el gran cono del Sumaco a 12486 pies sobre el nivel del mar. A su derecha se encuentra el extenso bosque tropical y a su extremo derecho y a casi 28 millas se observan las cumbres de la Cordillera Galeras, situadas al norte de Napo y a unas pocas millas al noreste de la desembocadura del Misahuallí. Antes de que pudiéramos terminar de tomar dos fotografías la neblina cayó sobre el Sumaco.

ARCHIDONA, TENA, Y NAPO REVISITADOS

El 15 de Noviembre acampamos en el banco derecho del Jandachi donde Wasson y yo (Joseph Sinclair) acampamos en Octubre 1921. Entonces pudimos avanzar rápidamente a la confluencia del Coca y el Napo sin la necesidad de realizar el trabajo de investigación. El 17 de Noviembre con dificultades a travesamos las 7 millas de lodo profundo hacia la casa de Lara, el primer lugar habitado desde Baeza, a 32 millas. Al siguiente día llegamos a Archidona: la primera mitad del camino fue indescriptiblemente mala; pero a casi 4 millas desde Archidona llegamos a una muy buena parte del camino recientemente construida, la cual seguía por la mitad de pequeñas granjas hacia el pueblo. En 1927 Archidona estaba casi igual que en 1921, con excepción de una iglesia y escuela recientemente construidas por curas y monjas de Italia de la orden Josefina.

Los Indios de Papallacta, quienes nos sirvieron tan bien, regresaron a casa después de haberles entregado su pago y algunos regalos. ¡Nos dijeron que no éramos tan malos como se decía!

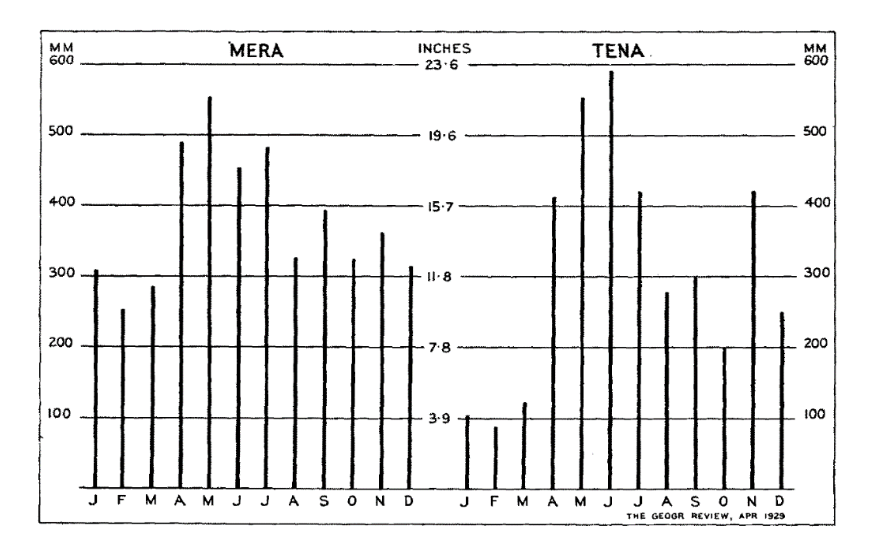


Fig. 7 – La gráfica a la izquierda muestra el promedio de la precipitación en Mera entre 1922-1926. El año más lluvioso, 1922, tuvo 220 pulgadas; el más seco, 1926, tuvo 149 pulgadas.

La gráfica a la derecha indica la precipitación en Tena para 1925, cuando el total fue de 147 pulgadas.

El 18 de Noviembre después de conseguir nuevos Indios cargadores gracias a la ayuda del Señor Serrano, Jefe político del distrito, seguimos a caballo hacia el Río Napo a 10 ½ millas, vadeando el Río Misahuallí y pasando por el pueblo de Tena. En 1925 los curas josefinos establecieron una misión en Tena. También existe una escuela dirigida por dos o tres monjas italianas de la misma orden. En la base de la misión se ha establecido una estación meteorológica (altitud de 1700 pies) la cual, después de Mera, ha entregado los mejores datos de las condiciones meteorológicas en el este del Ecuador. Las observaciones de 1925, 1926 y los primeros seis meses de 1927 indican un promedio anual de temperatura mínima de 65.3°F y un promedio anual de temperatura máxima de 81.3°F, la temperatura media anual es de 73.3°F. La lluvia en 1925 alcanzó las 147 pulgadas. En 1926, por 11 meses de observaciones hubo un promedio de 6.66 pulgadas en cada mes, lo que equivaldría a un total de 80 pulgadas al año. Durante enero-junio 1927 hubo un total de 107 pulgadas, un promedio de 18 pulgadas por mes, y de continuar así alcanzaría un total de 200 pulgadas. Desde nuestra visita en 1921 a una milla desde el pueblo en el banco del Misahuallí se ha establecido una misión protestante bajo la dirección del Sr. y la Sra. Larsen. Adicionalmente a estas instituciones hay media docena de casas.

En Napo fuimos invitados de Manuel Rivadeneira y su familia. En 1927 Napo estaba constituido por 5 casas, incluyendo una iglesia recientemente construida por curas josefinos quienes a veces vienen desde Tena para dar sus servicios. Próximo a Manuel Rivadeneira, el residente más destacado es un comerciante australiano quien se casó con una ecuatoriana. Se nos indicó que un norteamericano vivía a una milla bajando el río, pero no tuvimos el gusto de conocerlo debido a que no estaba en buenos términos con Rivadeneira. Las peleas personales de los pocos habitantes en el este del Ecuador complican las dificultades para ingresar en esta región. Surgen debido a los problemas de conseguir mano de obra, pues no hay suficientes Indios alrededor. Los otros residentes de Napo son ecuatorianos con unos pocos Indios como sirvientes. Al igual que en Tena y Archidona, los Indios viven en sus cabañas a lo largo de los bancos de los cauces lejos de los pueblos, donde la yuca y el plátano, sus principales alimentos, son cultivados en *chacras* o pequeños claros.

La elevación de Napo es conocida sólo por el barómetro. Consideramos que la mejor determinación es aquella basada en el promedio de 12 días de lectura usando el barómetro Paulin a casi las 10:30 am. A esta hora encontramos que, a partir del levantamiento con *stadia* realizado desde Quito hasta casi tres millas al sur de Baeza, las lecturas del barómetro Paulin casi coinciden con la verdadera elevación obtenida con ángulos verticales. Las lecturas en Napo a casi las 10:30 am en Noviembre 18-26, 1927, y Enero 2-6, 1928, tienen un promedio de 1500 pies, el cual no es tan lejano del valor correcto. James Orton, quien visitó Napo en 1865, obtuvo una elevación de 1450 pies. En 1921 la determinamos en 1680 pies, pero se alcanzó este valor al realizar el promedio de todas las lecturas del barómetro, el que al incrementarse la temperatura durante el día alcanza un máximo en la tarde entregando una elevación mucho más arriba del valor verdadero.

BAJANDO EL NAPO HACIA EL COCA

En Napo tuvimos grandes dificultades para conseguir canoas e Indios para la expedición de 100 millas aguas abajo y aguas arriba del inexplorado Coca. Pero finalmente en Noviembre 26 con tres canoas, un gran número de Indios, Manuel Rivadeneira y su yerno, y Jacinto Bejarano el teniente político de Coca, nos impulsamos en la corriente y pronto estábamos en los rápidos, crecidos por las recientes lluvias. Cinco millas abajo llegamos al "Remolino de Latas", donde nos detuvimos y esperamos que las aguas bajen. En una colina en el banco izquierdo arriba del Remolino se encuentra la casa de una mujer ecuatoriana pionera, Juana Arteaga; aquí fuimos cordialmente bienvenidos y nos refugiamos en este buen hogar hasta el 28 cuando el río bajó lo suficiente para permitir continuar a las canoas por los rápidos. En una pequeña granja se cultiva algodón y café, además las flores del árbol de canela llamadas "ishpingo" son recolectadas y vendidas en Quito a casi 40 centavos (dinero de Norteamérica) la libra. Este árbol, que es un poco más grande que el nogal, crece hasta un diámetro de 80 centímetros. Es nativo a lo largo del Río Napo por casi 200 millas abajo del Remolino de Latas. La corteza también es utilizada. Ésta es la famosa "canela" que atrajo a Gonzalo Pizarro a la Tierra de la Canela. Aquí se cultiva el café el cual es vendido en Quito a casi 14$ las 100 libras. En Quito y Ambato el algodón se vende a 18$ las 100 libras. La yuca, el gran alimento del este del Ecuador, también es cultivado, junto con el usual plátano.

El 29 de Noviembre llegamos a la confluencia de los Ríos Napo y Coca. Estábamos a 3000 millas de la desembocadura del Amazonas, sólo a 850 pies sobre el nivel del mar y el río tenía media milla de ancho. Con un bote a vapor podríamos continuar hacia el Atlántico.

EL ASCENSO DEL COCA

Los preparativos para ascender por el Río Coca empezaron cuando se envió a Bejarano para conseguir Indios en el Río Payamino. En Diciembre 1 realizamos una investigación preliminar con *stadia* por 5¾ millas subiendo el Coca desde la desembocadura; levantamos el campamento en Diciembre 2 y continuamos aguas arriba con dos canoas, indicando a Bejarano que nos siga después de que llegue con los Indios del Payamino. Aquí el Coca, al igual que el Napo arriba del tramo con bancos lodosos, es un cauce trenzado de varios canales e islotes y con bancos bajos. Durante el día observamos a tres animales de casi dos pies de largo a los que Rivadeneira llamaba "mitias" (la nutria o coypus?). Él dijo que son anfibios y que su piel es de excelente calidad.

Bejarano nos alcanzó el 3 de Diciembre con algunos Indios del Payamino, y a algunos de Napo se les permitió regresar. Continuamos aguas arriba por siete días más, llegando el 9 de Diciembre a la desembocadura del Río Lashino, a 45½ millas de la desembocadura del Coca. Conforme progresábamos los rápidos eran más numerosos y peligrosos. Sin embargo, los Indios tenían buen ánimo debido a que a veces nos deteníamos para permitirles pescar con sus redes en las partes del río donde no había corriente. Ellos atraparon a un pez extraño de casi tres pies de largo con largos bigotes blancos. Rivadeneira lo llamó "bagre blanco" y dijo que un pez similar es también encontrado en los ríos en la costa oeste del Ecuador[3]. La mayoría de pescados eran del tipo "boca chica" o "chalua", un pez tipo-chupador (*sucker type*) también conocido, lo dijo Rivadeneira, en los ríos de la costa oeste. Otro tipo de pez, "karachama", fue encontrado debajo de las rocas. Tiene una boca tipo-chupadora con una mandíbula más larga (*undershot jaw*). En todo el tramo de 45½ millas hacia Lashino no vimos algún sitio habitado o a un Indio, pero las evidencias en la desembocadura del Lashino indicaban la cercana presencia de Indios. Se decidió permanecer ahí y reconocer el terreno, y el 10 de Diciembre descubrimos el campamento de los Cofanes, aguas arriba del Lashino. Cuatro de estos Indios se acercaron a nuestro campamento y acordaron ayudarnos en el ascenso del Coca, el cual dijeron es desconocido para ellos desde aquel punto. Permanecimos en el campamento hasta el 12 para permitir a los Cofanes prepararse para la expedición tostando grandes cantidades de plátano. Los cofanes son distintos de los Indios que viven en los Ríos Napo y Payamino en varios aspectos además del lenguaje. Los hombres usan largas túnicas hechas a partir de la corteza de los árboles y tienen el cabello corto, adicionalmente se depilan las cejas y pestañas. Son muy fuertes y probaron tener la voluntad y capacidad para ayudar.

En Diciembre 7 tuvimos la oportunidad de observar una elevada y aislada masa que pensamos era el volcán. Era una montaña, "Cordillera Lumbaki", ubicada casi en el ecuador y aislada en las tierras bajas amazónicas. Los deslizamientos han expuesto cerca de la cumbre a acantilados de roca, luego vimos que eran rocas sedimentarias con buzamiento hacia el este.

Los rápidos se volvieron casi continuos y muy peligrosos. En Diciembre 14 alcanzamos el fin de la navegación por canoa. Llegamos a la parte más alta del tramo trenzado del Coca: arriba de este punto se convierte en un simple cauce dentro de una estrecha y profunda garganta. Descargamos el equipo de las canoas, y éstas fueron llevadas a un lugar que parecía seguro arriba del agua, las atamos con firmeza a los arbustos. Luego seguimos al sitio del campamento a una milla aguas arriba, cerca de la base de los acantilados a 375 pies de altura. Hasta entonces no vimos pista alguna del volcán, y por la apariencia del cañón no esperábamos la posibilidad de subirlo a pie. Rivadeneira y unos pocos Indios dejaron de intentar escalar los acantilados y continuaron hacia el oeste por las crestas. Regresaron después de dos días para informar que en la región hay grandes cañones limitados por paredes verticales en donde sólo lograron, con dificultad, continuar por unas pocas millas al oeste. Entretanto Bejarano tuvo éxito al ascender unas pocas millas siguiendo la orilla del agua. Entonces se decidió dejar a los Srs. Sinclair y Manuel Rivadeneira, quien estaba herido por una caída, con la mayoría de los Indios, algunos de los cuales estaban enfermos, y continuar con los Cofanes y Bejarano por el cañón tan lejos como fuese posible.

---

[3] No existe especie de las zonas bajas que habite en ambos lados de los Andes ecuatorianos, pero en algunos casos los géneros son idénticos. El Sr. Arthur W. Henn, curador de ictiología en el Museo Carnegie, al ser consultado respondió lo siguiente: El "bagre blanco" es un tipo de pez-gato que tiene parientes en la pendiente occidental. El "boca chica" de la pendiente occidental es un *Prochilodus humeralis*, con una especie diferente de *Prochilodus* en el Oriente. El "karachama" no puedo identificarlo, pero probablemente es un miembro de Loricariidae, o peces gato mallados.

El 18 de Diciembre continuamos con la investigación aguas arriba del Coca por otras 3 ½ millas, pasando un gran cañón que venía desde el sur. Llovió todo el día, y la siguiente mañana la vista aguas arriba estaba oculta por la neblina. Empezamos de nuevo, pero seguimos por menos de una milla cuando abandonamos el río y continuamos por la selva arriba de los acantilados, impidiendo nuestro progreso en el nivel del agua. Por tanto, el la investigación con *stadia* del Coca terminó a 58 ½ millas desde su desembocadura a una elevación de 1975 pies sobre el nivel del mar. Desde aquel punto la investigación continuó alternando medidas con cinta, *stadia*, y a pasos (*pacing*). A casi 60 millas desde la desembocadura todo el Río Coca salta casi 50 pies de alto en una estrecha hendidura en las rocas, aquí de tipo ígneo. Arriba de la cascada en el banco derecho, a través de los árboles observamos a una gran cascada formada como un cauce lateral que salta 1300 pies hacia el Coca. Aguas arriba, también se veía la parte alta de otra cascada.

El cañón era ahora tan salvaje y profundo que el ascenso parecía imposible. Sin embargo, decidimos hacer un esfuerzo final a pesar de la lluvia y la neblina. A casi 61 millas desde la desembocadura el río gira hacia el sur. Ingresamos a los bosques y después de unas difíciles seis horas alcanzamos la cima, 1400 pies sobre el fondo del valle. En la madrugada del 21 de Diciembre la neblina se elevó sobre el borde del cañón revelando dos grandes cascadas con tres saltos al abismo de 1500 pies de profundidad; pero apenas tomamos dos fotografías cuando la neblina cayó. Debido a que disparamos a un gran mono negro, y por tanto la certeza de tener un buen alimento para la noche, los Indios acordaron continuar otro día.



Fig. 8 – Indios Cofanes en el Río Coca.

Continuamos hacia el norte por casi tres millas, siguiendo la cresta y ascendiendo otros escarpes de rocas sedimentarias, y pronto en la tarde habíamos subido otros 1000 pies. Todo el tiempo nos mantuvimos cerca del borde del cañón. En un lugar favorable colaboramos todos para cortar los árboles que nos impedían ver sobre los acantilados, mientras estos caían obteníamos una sorprendente vista por muchas millas de la región al norte y oeste. Cuando la neblina se retiró de todas partes, excepto de las cumbres de los Andes, descubrimos que estábamos en la planicie de una elevada montaña a casi 5000 pies de elevación, la cual dominaba a la región hacia el norte, oeste y suroeste. Evidentemente era la mesa que observamos el 12 de Diciembre, la cual debido a la extrema humedad de la atmósfera parecía más alta y distante. El Cayambe estaba a 36 millas al oeste. La gran garganta que seguíamos podía ser distinguida a lo lejos viniendo en línea recta desde el norte, pero no vimos algún signo de curvatura necesario para saber si este río era aquel visto fluyendo al noreste de Baeza. Pero si éste no era el Coca principal, ¿cómo explicar la gran cantidad de agua y el gran cañón?; y ¿dónde perdimos al cauce principal? Se requiere de una investigación adicional para responder a estas preguntas. Las cascadas entregan suficiente agua para un río lo suficientemente grande, pero no estamos seguros que éstas representan al dividido canal de un simple cauce como pensamos al principio. Las únicas soluciones serían el cañón que pasamos el 18 de Diciembre o una posible confluencia que no pudimos ver en el giro del río.

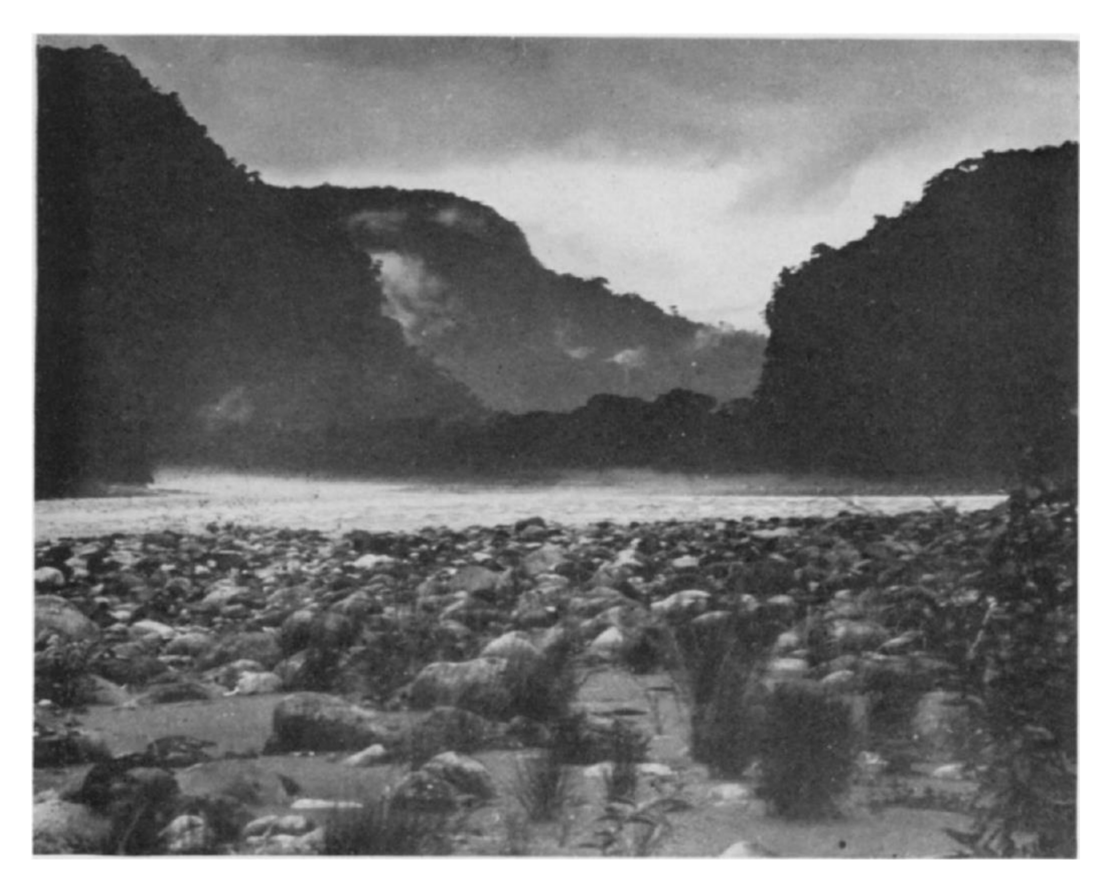


Fig. 9 – Vista aguas arriba del Río Coca desde el punto donde la navegación por canoa tuvo que ser abandonada, 55 millas arriba de la desembocadura.

EL REVENTADOR

Mientras examinábamos la región hacia el norte y oeste, los Indios derribaron árboles del bosque que arrastraron por las paredes del acantilado a otros árboles, y entonces escuchamos el grito de: “El volcán”. Al voltearnos observamos a casi seis millas al suroeste una montaña aislada compuesta por algunos picos afilados y dentados, la mayor elevación arriba de los 5300 pies sobre el nivel del mar. Con un pequeño pico en forma de cono unas millas al sur rompe con la monotonía de los ondulantes bosques en la extensa región desde la base del Cayambe hacia el oeste y suroeste de Baeza. Este distintivo rasgo topográfico, tan inconexo con la fisiografía general de los alrededores que se eleva sobre los 1000 pies, coincide con la posición del centro eruptivo que ubicamos aproximadamente con los rumbos tomados en Quito y Baeza. Hasta donde puede ser determinado sin estar sobre éste y mirar en su cráter cuyos picos probablemente forman las paredes rotas, aquel era el volcán “El Reventador” cuya erupción llenó el cielo de Ecuador con ceniza durante Marzo y Abril 1926.





Fig. 10 – (Izquierda) Cascada en el banco derecho del Río Coca a casi 59 millas arriba de la desembocadura. La caída total es de 1300 pies.

Fig. 11 – (Derecha) Vista de una de las cascadas gemelas del Río Coca, a 60 millas desde la desembocadura. La caída total es de casi 1500 pies.

Aunque la distancia hasta el volcán era corta, en el camino había un cañón de 2000 pies de profundidad con acantilados difíciles de escalar y con un río de casi 150 pies de ancho con rápidos que sólo podían ser cruzados con un puente colgante. Incluso si tuviésemos el equipo para tal propósito sería necesario realizar una expedición unas millas aguas arriba en búsqueda de un cruce. Además nuestros Indios no tenían comida y estaban enfermando, y nos preocupaba las condiciones de nuestro campamento. Lo más adecuado era regresar. Una vez decidido regresamos lo más rápido posible, deslizándonos por los acantilados hacia el río. A veces nadando en las elevadas aguas, a veces cortando camino alrededor de los acantilados ascendiendo por la selva, el 22 de Diciembre llegamos al campamento establecido el 18-19 de Diciembre. De nuevo gritaron: “El volcán”. Viendo al oeste aguas arriba vimos los dentados picos de “El Reventador”, esta vez en un momento favorable entre el levantamiento y caída de la siempre presente neblina, sin embargo, no se pudo tomar una fotografía.

EL VIAJE DE RETORNO

El 23 de Diciembre constatamos la buena decisión de nuestro regreso al campamento, debido a que El Coca era ahora un estrepitoso torrente inundado. El 24 aún seguía muy alto; pero Rivadeneira y yo (Joseph Sinclair) decidimos que no podíamos quedarnos y, por un milagro, con éxito logramos pasar 9 millas de horribles rápidos hasta la desembocadura del Lashino. Aquí nos despedimos de los Cofanes. Después de entregarles regalos hubo un gran apretón de manos. Los Indios de Napo y Payamino, quienes desde su infancia escucharon que los Cofanes son caníbales, se despidieron de sus nuevos amigos con promesas de regresar para algún día juntos cazar y pescar.

En la confluencia con el Napo fue necesario reorganizarnos para el ciento de millas que seguiríamos aguas arriba. El 27 de Diciembre gracias a la ayuda de Jacinto Bejarano conseguimos nuevos Indios de abajo del Coca, y continuamos aguas arriba. Por siete día seguimos contracorriente un promedio menor a 15 millas por día – lo que en sí no es un logro. Al llegar al pueblo de Napo fue necesario otra reorganización, debido a que los Indios de abajo de la desembocadura del Coca no podían ir más lejos. Bejarano, que se había adelantado, se reunió con el Señor Serrano en Archidona para obtener otro grupo de Indios; pero tuvimos que esperar hasta el 6 de Enero para continuar con ellos. Aquel día navegamos con las canoas una milla aguas arriba del Napo hasta la desembocadura del Anzu y luego otras diez millas a la base de navegación por canoa en este cauce, donde desembarcamos y continuamos por un camino lodoso 36 millas a través de los bosques hasta el Pastaza, el cual investigamos en 1921.

Siguiendo el Pastaza, el 11 de Enero llegamos al pueblo de Mera, un punto a 3800 pies sobre el nivel del mar donde el Pastaza emerge de su gran cañón en los Andes hacia las tierras bajas amazónicas. Después de nuestra travesía en 1921 esta ruta desde el Napo fue investigada por una compañía petrolera de Norteamérica, con el propósito de construir una autopista hacia Napo desde la cabecera del valle del Pastaza. Esta autopista debía partir desde la vía férrea Curaray en Pelileo, 21 millas desde Ambato, seguir por casi 10 millas hacia Baños, a 6014 pies sobre el nivel del mar, y descender el valle del Pastaza 27 millas hacia Mera, donde continuaría por tierra 48 millas hasta el pueblo de Napo, descendiendo por el Anzu al Napo. En Enero 1928, el camino fue construido desde Pelileo hasta dos millas en Baños, pero fue parcialmente destruido en Febrero por un gran deslave en las pendientes de la montaña Carihuarizo, dejando en el valle del Pastaza una enorme cantidad de agua y lodo. El 12 de Enero obtuvimos caballos en Mera, manteniendo a los Indios para llevar nuestro equipo hacia Baños. Llegamos a Ambato en la tarde del 14 de Enero y el 15 continuamos hacia Quito.

8000
Pifo 8471
9000
10000
11000
MAGNETIC NORTH
TRUE NORTH
9000
7000
8000
Cumbaya 7708
8000
Tumbaco 7622
Hacienda
Paluguillo
9452
12000
13000
12000
10000
Laguna de Sugchos
Papallacta 10333
11000
12000
13000
Laguna de Papallacta
Guapulo 8740
9000
Flag pole American Legation
QUITO
9236
LAT. 0° 12' 55" S
LONG. 78° 29' 33" W
8000
Observatory

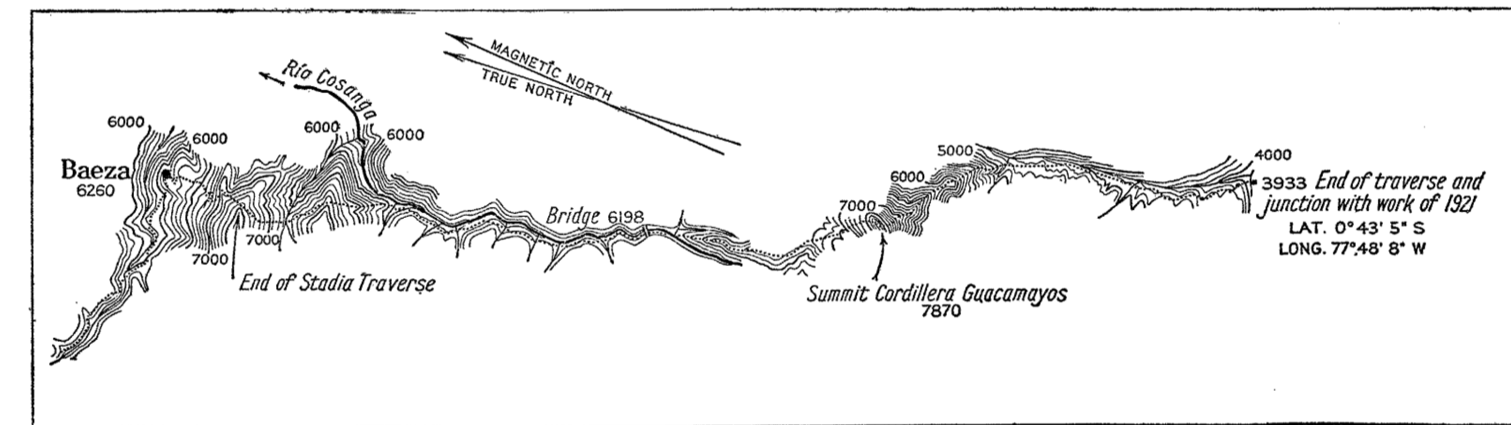
STADIA AND PLANE TABLE TRAVERSE OF THE PAPALLACTA TRAIL

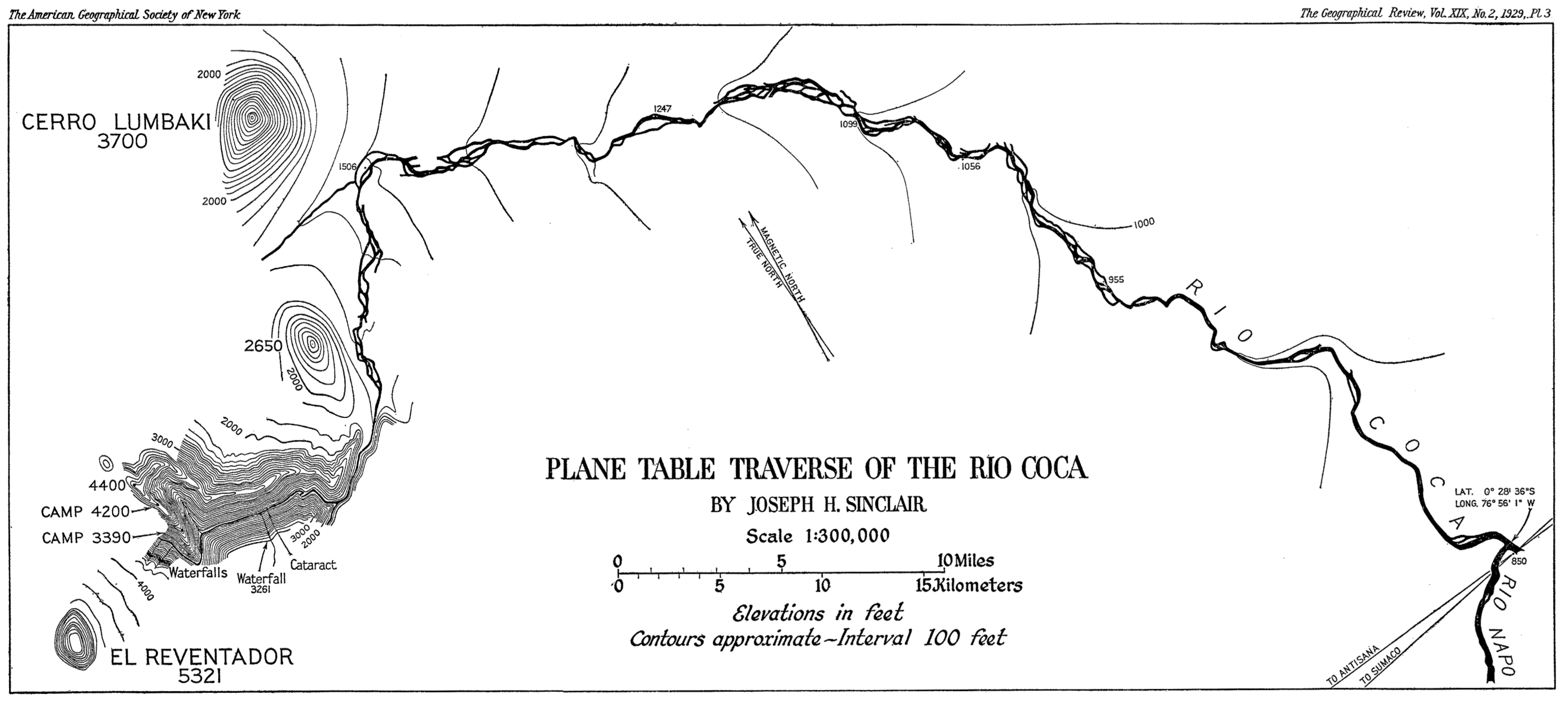
BY JOSEPH H. SINCLAIR

Scale 1:300,000

0 5 10 Miles
0 5 10 15 Kilometers

Elevations in feet
Contours approximate–Interval 100 feet




PLANE TABLE TRAVERSE OF THE RIO COCA
BY JOSEPH H. SINCLAIR
Scale 1:300,000
0 5 10 Miles
0 5 10 15 Kilometers
Elevations in feet
Contours approximate—Interval 100 feet
CERRO LUMBAKI
3700
2000
2000
1506
1247
1099
1056
1000
955
MAGNETIC NORTH
TRUE NORTH
RIO COCA
2650
2000
2000
3000
4400
CAMP 4200
CAMP 3390
Waterfalls
Waterfall
3261
Cataract
3000
2000
4000
EL REVENTADOR
5321
LAT. 0° 28' 36"S
LONG. 76° 56' 1" W
850
RIO NAPO
TO ANTISANA
TO SUMACO

[ANNALS N.Y. ACAD. SCI. VOL. XXXIV, pp. 1-54, August, 1932]

ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS DEL ESTE DEL ECUADOR[1]

por

ROY J. COLONY

y

JOSEPH H. SINCLAIR

Traducción al español por
Stalyn Paucar y Juan Quiroga

Referencia bibliográfica

COLONY ROY J. y SINCLAIR JOSEPH H. (1932) Metamorphic and Igneous rocks of Eastern Ecuador. [Rocas ígneas y metamórficas del este del Ecuador]. ANNALS N.Y. ACAD. SCI. VOL. XXXIV, pp. 1-54, August, 1932. En Paucar Stalyn (2022) Compilación de los trabajos de Joseph H. Sinclair, Roy J. Colony, Theron Wasson y Charles P. Berkey, 1923-1932, Quito, pp. 143-190.

---

[1] La publicación de esta investigación ha sido posible por la subvención del Fondo John James Audubon (Income of the John James Audubon Fund).

CONTENIDO

FIGURAS

TABLAS

I. INTRODUCCIÓN

Las rocas, del Este del Ecuador, que se describen en las siguientes páginas, fueron recolectadas durante dos campañas extremadamente difíciles, una en 1921 (*5*)[1] y otra en 1927-1928 (*4*), en aquella parte del Este del Ecuador denominada “Oriente”, entre la Latitud 0° (Ecuador) y 2° S, extendiéndose desde los últimos picos de las Montañas Andinas hasta la confluencia de los Ríos Napo y Coca, 77° al oeste de Greenwich.

Los resultados geológicos de la primera expedición fueron publicados, en parte, como una memoria (*7*), la cual estaba mayormente limitada a la descripción de rocas sedimentarias y sus fósiles, los últimos demostrando la presencia, en el Este del Ecuador, de sedimentos de edad Albiense, subdivisión del período Cretácico.

Se ha realizado suficiente trabajo petrográfico de las rocas de los Andes del Ecuador, pero prácticamente nada de aquellas del “Oriente” o de las boscosas estribaciones y zonas bajas del este de los Andes. Las montañas volcánicas de los elevados Andes, como el Chimborazo, Cotopaxi, etc., han sido el tema favorito de estudio de geólogos europeos y los resultados de sus investigaciones se exponen en varias publicaciones, no es nuestra intención citar a todas éstas.

Los geólogos alemanes, Wilhelm Reiss y Alphons Stübel, (*3*) son particularmente nombrados debido a sus labores durante cinco años, en las que visitaron mayor parte de los Andes ecuatorianos. Recolectaron diferentes rocas y las entregaron a petrógrafos alemanes para su estudio. En el curso de su investigación obtuvieron material de tres localidades en el límite occidental del área que describimos.

Reiss y Stübel trabajaron en Ecuador desde 1870 a 1874; en este período recogieron alrededor de 6000 rocas ígneas. Para el estudio de estas rocas varios petrógrafos examinaron más de 1800 secciones delgadas. Incluso, la bibliografía relacionada al trabajo de Reiss y Stübel, y sus colaboradores, es muy extensa para citarla en esta memoria.

Antes de la expedición en 1921 de Sinclair y Wasson no se había reportado fósiles pre-terciarios en Ecuador. Se concluyó, solamente por comparación de rocas en algunos sitios, que los pocos afloramientos de rocas sedimentarias (perturbadas entre rocas ígneas), eran de edad cretácica. Sin embargo, las rocas ígneas de las zonas altas andinas del Ecuador, han sido descritas como lavas terciarias y cuaternarias, y las rocas metamórficas (esquistos y gneises) son consideradas, por todos los geólogos que han realizado estudios de campo en ellas, como muy antiguas.

La mejor descripción de las rocas ígneas más próximas a nuestra área es la de Von Wolff, (*2*) que proporciona en gran detalle los resultados de su examinación petrográfica de la colección de Reiss y Stübel de los picos de los Andes a lo largo del margen occidental de nuestra área.

[1] En toda la publicación, los números en cursiva y encerrados en paréntesis se refieren a las referencias incluidas en la bibliografía.

El valor de nuestras colecciones del Este del Ecuador radica no solo en el número de especímenes y variedad de rocas ígneas representadas, sino en el hecho de que, en esta área, por primera vez, se observaron claramente las relaciones de campo entre sedimentos de edad verificada, y una gran serie de rocas volcánicas alteradas. En el “Oriente” los sedimentos del Cretácico tienen lugar en amplias áreas en una disposición casi horizontal y en ocasiones sus capas inferiores pueden estar subyacidas por cierto tipo de rocas ígneas. En los Andes es imposible saber si las rocas ígneas se encuentran por encima o por debajo de los pocos sedimentos expuestos.

Las expediciones de 1921 y 1927 probaron que los volcanes, que hasta ahora se pensaba que se limitaban a los altos Andes, están de igual modo presentes en las faldas de las colinas y las tierras bajas hacia el este. El gran volcán "Sumaco" eleva su poderoso cono en medio de las rocas cretácicas de las estribaciones. En 1926, un volcán nuevo y hasta ahora desconocido, llamado por los Indios "El Reventador", entró en actividad en un punto a unas 30 millas al este de los Andes principales, y es posible que posteriormente se descubran otros centros volcánicos.

Con la excepción de varias muestras de lava (recientemente recolectadas) de los flujos de los flancos del Antisana hacia el Oriente y, de otras localidades que representan flujos aislados de lava, no se han recolectado muestras de lava reciente por las expediciones de 1921 y 1927, debido a que éstas están ampliamente distribuidas en los Andes, inmediatamente hacia el occidente, y porque han sido anteriormente descritas.

Las únicas muestras de lavas recientes del Este del Ecuador previamente descritas en la literatura geológica (*1*), prueban ser únicas pues son las primeras lavas feldespáticas hasta ahora conocidas en todo el Ecuador.

II. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS

La región, de donde se obtuvo las muestras para la colección, está entre las elevadas cimas de los Andes y la baja llanura amazónica. En el occidente están los grandes picos nevados del Cayambe (19000 pies), Antisana (18700 pies), Cotopaxi (19300 pies), Tungurahua (16500 pies), El Altar (17400 pies) y Sangay (17100 pies). En el Este, en la confluencia de los Ríos Napo y Coca, y solo a 90 millas de la anterior línea de cumbres, se encuentran elevaciones tan bajas como 850 pies sobre el nivel del mar. Esta pendiente dominante es interrumpida por cuerpos montañosos menores, que son de gran elevación y prominencia. El gigante cono volcánico del Sumaco, por ejemplo, se levanta hasta los 12500 pies, se encuentra a mitad de camino entre el Antisana y la confluencia de los Ríos Napo y Coca. Las aún inexploradas Montañas Galeras, 28 millas al sur del Sumaco, tienen cumbres de alrededor de 5400 pies sobre el nivel del mar, y el volcán “El Reventador”, recientemente activo, situado 45 millas al norte del Sumaco, es un rasgo prominente de alrededor de 6000 pies sobre el nivel del mar. Por tanto, la zona es una fuerte característica topográfica.

Los ríos que descienden de las cumbres nevadas del Ecuador, hacia las profundas gargantas, saltando grandes cascadas y llegando hacia la “línea de caída” (*fall-line*), lo hacen continuamente por los rápidos, a unos 850 pies de elevación.

III. DIFICULTADES EN LA EXPLORACIÓN

Las dificultades de explorar esta región se vuelven casi insuperables por la excesiva pluviosidad, que en algunos lugares alcanza los 17 pies por año, y por los bosques que cubren la totalidad del área hasta una elevación de 10000 pies sobre el nivel del mar. En estos bosques, los pocos senderos son “túneles” tenebrosos a través de la vegetación, donde el explorador se hunde hasta las rodillas en el lodo y es constantemente acosado por los aguaceros y por las gotas que caen de los árboles. La temperatura y las condiciones climáticas varían desde un dominante cálido tropical en la boca del Coca hasta las tormentas nevosas de las zonas altas, a elevaciones de 13000 pies. La población es muy limitada. Los asentamientos de los Indios se encuentran muy dispersos, y los ocasionales y ampliamente separados pueblos de los pioneros blancos, tienen muy pocos habitantes.

IV. PETROGRAFÍA

Las cuarenta y cuatro muestras de rocas descritas en las siguientes páginas, recolectadas al este de los Andes durante las dos expediciones de 1921 y 1927, pueden dividirse en cinco grupos:

A. Rocas metamórficas: esquistos de varios tipos.
B. Rocas ígneas: fundamentalmente muestras superficiales, de edad comprobada pre-Albiana.
C. Rocas ígneas: fundamentalmente muestras superficiales, probablemente también pre-Albianas, pero cuya edad no es segura porque sus afloramientos están lejos de las ocurrencias de sedimentos de horizonte geológico conocido.
D. Granitos.
E. Lavas del Terciario tardío, Cuaternario y edad reciente.

El nombre de cada roca y el grupo al que pertenece en base a la clasificación anterior se muestran en la tabla I.

Las rocas ígneas, con excepción de los granitos y esquistos, podrían estar subdivididas en dos subgrupos, (1) flujos superficiales y tobas, de edad incuestionable pre-Terciaria debido a la condición profundamente alterada de las rocas; y (2) rocas volcánicas del Terciario a Reciente, debido a la falta de alteración de cualquiera de los minerales primarios.

A. Rocas Metamórficas

Los Esquistos

El “núcleo” de los Andes de Ecuador está compuesto por rocas metamórficas, esquistos y gneises, de edad desconocida, aunque generalmente se consideran pre-paleozoicas y como parte de la amplia Formación del mismo carácter, común en muchas partes de Sudamérica.

En Ecuador, estos esquistos y gneises afloran desde las fronteras peruanas hasta las colombianas en una banda estrecha, más o menos continua, que corre casi norte-sur como la cordillera principal de los Andes. En esta área se incluye a la línea de elevados picos volcánicos que forma el límite oriental de los altos Andes y a las laderas orientales de estas montañas hasta lo que se puede llamar la base de los Andes.

En este cinturón del Ecuador los esquistos están expuestos en elevaciones tan altas como 13448 pies[2] sobre el nivel del mar. En la parte occidental de los Andes se encuentran generalmente bajo enormes masas de lavas y tobas, los productos de la actividad volcánica terciaria a reciente. Es bastante lógico concluir que estos esquistos son las rocas más antiguas del Ecuador. La peculiar estrechez de los afloramientos sugiere que forman la base y los lados de un gran bloque fallado que fue volcado hacia el occidente en dirección al Océano Pacífico.

Los esquistos descritos en esta memoria fueron recolectados del desfiladero de Papallacta, uno de los grandes desfiladeros que corta en la ladera oriental de los Andes, en donde las aguas del Río Papallacta y el Río Quijos se unen para formar el Río Coca. Se encontraron por primera vez a una elevación de 9400 pies; continuando hacia el este por el desfiladero, desaparecen a una elevación de 6400 pies. Por lo tanto, afloran en un rango vertical de 3000 pies. El ancho de este cinturón en el desfiladero de Papallacta es de alrededor de catorce millas. En el límite superior en las cercanías del pueblo de Papallacta se desvanecen bajo lavas y tobas del Terciario tardío y no reaparecen en ningún lugar en las treinta y tres millas entre este punto y Quito, aunque durante la travesía ascendimos a más de 13000 pies sobre el nivel del mar y descendimos tan bajo como 7400 pies.

Las nueve muestras recogidas en el desfiladero anteriormente mencionado son rocas intensamente metamorfizadas. Todos son esquistos cristalinos, plegados, arrugados (*crumpled*) y presentando todos los aspectos de una roca que ha sido sometida a un metamorfismo dinámico regional en conjunción con el ataque de una fuente ígnea subyacente. Presentan una historia excesivamente compleja que involucra un origen, que en algunos casos fue ciertamente ígneo, en otros probablemente sedimentario.

Dado que hay algunas características interesantes conectadas con las muestras, aquí se las describe en detalle. Además, con la excepción de tres muestras recolectadas por Reiss y Stübel en agosto 1871[3], ninguna descripción se ha publicado de estos esquistos del Valle de Papallacta.

- ***El Espécimen No. 1*** fue recolectado en un afloramiento masivo 2.5 millas al este del pueblo de Papallacta, en la orilla izquierda del río a lo largo del sendero, a una elevación de 9404 pies.

Es una roca gris clara con textura variable, con mucha sericita escamosa brillante; está muy rayada (*streaked*) y es heterogénea en su composición, gruesa, foliada y fuertemente cizallada, con el aspecto general de esquisto.

[2]Esquistos de mica ricos en feldespato, un poco filíticos, de la cumbre occidental de Jacatuna de Namuloma estribaciones occidentales de Antisana, según Reiss y Stübel.

[3] La colección de Reiss y Stübel consta de: un “gneis filita” de la iglesia del pueblo de Papallacta; bloques de “gneis filita” en el Río Papallacta en la boca del Yuracyacu y; un “esquisto de mica moscovita” con abundante material carbonáceo del Valle de Papallacta, entre la aldea de Papallacta y la boca del Yuracyacu.

TABLA I

		Ubicación	Muestra No.	Nombre de la Roca
METAMÓRFICO	ESQUISTOS	Río Papallacta	1	Ortoesquisto de origen complejo
		Río Papallacta	2a	Ortoesquisto de origen complejo
		Río Papallacta	1a	Esquisto cuarzo-sericítico
		Río Papallacta	3	Roca cizallada; milonitizada
		Río Papallacta	4	Mica esquisto helicítico
		Río Papallacta	5	Esquisto con sismondita
		Río Papallacta	5a	Pórfido meta-diorítico cizallado
		Río Papallacta	6	Pórfido meta-diorítico cizallado
		Río Papallacta	6a	Pórfido meta-diorítico cizallado
		Río Papallacta	7	Ortoesquisto (Esquisto roca verde)
		Río Quijos	8	Esquisto biotítico de origen complejo
		Río Quijos	9	Roca esquistosa de origen complejo
ÍGNEO	(a) VOLCÁNICOS PRE-ALBIENSES (PRE-CRETÁCICO MEDIO)	Río Coca	1-L	Toba volcánica ácida desvitrificada
		Río Coca	L-a	Ceniza volcánica desvitrificada
		Río Coca	Z	Meta-andesita
		Río Coca	1	Traqui-andesita o latita
		Río Coca	1-a	Toba latítica o latita tobácea
		Río Coca	2	Toba volcánica ácida
		Río Coca	3	Felsita esferulítica
		Río Coca	4	Toba volcánica
		Río Coca	5	Basalto modificado
		Río Coca	6	Toba andesítica
		Río Coca	17	Andesita basáltica
		Río Coca	18	Latita porfirítica
		Río Misahuallí	A	Felsófiro traquítico tobáceo o ceniza traquítica modificada
		Río Misahuallí	69	Felsófiro traquítico
		Río Misahuallí	71	Amigdaloide basáltico alterado
		Río Misahuallí	72	Basalto alterado
		Río Misahuallí	72-c	Basalto amigdaloide alterado
		Río Misahuallí	73	Toba delenítica
		Río Jandache	B	Vitrófiro delenítico
	(b) PROBABLEMENTE VOLCÁNICOS PRE-ALBIENSES (Excepto Nos. 11 y 12)	Río Pastaza	7a	Riolita
		Río Pastaza	7c	Riolita
		Guacamayos Mt.	A	Pórfido monzonítico meteorizado
		Guacamayos Mt.	B	Granófiro esferulítico
		Guacamayos Mt.	C	Gabro muy alterado
		Río Papallacta	2b	Andesita caolinizada, silicificada. Incluida aquí por conveniencia
		Río Quijos	12	Roca serpentinizada
		Río Quijos	11	Caliza brecha
	(c) GRANITOS	Río Urcusikiyacu	a	Granito biotítico
		Río Napo	b	Granito biotítico
		Río Pastaza	7b	Granito gráfico
	(d) LAVAS CUATERNARIAS	Río Papallacta	10	Basalto
		Río Cosanga	2	Andesita

Petrográficamente, la roca indica haber sido ígnea en su origen: sea un granito o una granodiorita. Las características originales están considerablemente obscurecidas por la cizalla y por la modificación de anteriores componentes, debido al ataque de material ígneo. Por tanto, existe una estructura anterior dentro de la roca, heredada de una condición previa, y además estructuras secundarias sobrepuestas. En gran parte, los minerales originales eran plagioclasa hipidiomórfica, biotita y talvez cuarzo, aunque no es seguro cuanto cuarzo estaba presente inicialmente como cuarzo primario ortotéctico (magmático) y cuanto cuarzo invadió la roca durante las posteriores etapas de metamorfismo.

La plagioclasa está fracturada y micro-fracturada; la plagioclasa más antigua está casi por completo, si no totalmente, reemplazada y modificada, de forma que solamente queda el "fantasma" de ella. Los productos de alteración comprenden pequeños prismas de zoisita, granos de epidota, fragmentos de sericita, pequeños granos de granate (algunos de ellos muy idiomórficos), y turbios parches compuestos por un muy pequeño agregado granular del mismo conjunto de productos antes mencionado que corresponde a saussurita. Todos estos productos están en los límites de la plagioclasa original; también están incluidos en cristales de albita, la cual se extiende más allá de los bordes de la antigua plagioclasa, y que además en gran parte ha reemplazado los anteriores feldespatos. En algunos lugares la plagioclasa albitizada ha tomado una estructura "pseudo-pertítica" debido a la deformación, subsecuente al período de reemplazamiento, que fracturó y dislocó el maclado de albita, de tal forma que el feldespato, a primera vista, se parece a una micropertita. Solo unos pocos indicios de la estructura y de la composición de la anterior plagioclasa se preservan, pero su forma está enfatizada por el grupo de productos de alteración ya mencionado.



FIG. 1 – *Papallacta No. 1* – Ortoesquisto de origen complejo. Dibujo, en luz ordinaria, mostrando relictos de antiguos feldespatos en la albita posterior. Los antiguos feldespatos consisten en agregados de zoisita-epidota-sericita, granos de granate y diminutos agregados granulares del mismo conjunto de productos. Las áreas incoloras son cuarzo, con trenes de inclusiones. ×43.

La biotita rara vez mantiene alguna semejanza con su forma original; se encuentra comúnmente comprimida en rayas (*streaks*) compuestas por finos fragmentos y pequeñas hojuelas de mica incolora mezclada con puntos blancos-amarillos opacos de leucoxeno, puntos de óxido de hierro y granos de cuarzo. Existen pocos remanentes que sugieren que aún conserva su forma original, incluso estos están plegados y distorsionados y, están alterados de la manera ya descrita.

La albita (formada posteriormente) está rellena tanto de inclusiones de burbujas, líquidos y minerales, toscamente orientadas, y en mayor parte intersecando las direcciones del clivaje en ángulos oblicuos.

Durante las últimas etapas del metamorfismo, cuarzo, albita y un poco de moscovita fueron introducidos en la roca, transectando feldespatos fracturados y distribuidos en rayas y parches. Incluso el cuarzo (formado posteriormente) y la albita que fueron introducidos y cuyos feldespatos han reemplazado en parte a los anteriores feldespatos de la roca, han sido deformados por fracturamiento y granulación, por lo que al menos se registran dos etapas de deformación; una conectada con el período de "empapamiento" de líquidos graníticos que llevaron a cabo el reemplazamiento de los primeros feldespatos y la "granitización" de la roca; la otra, la más tardía, corresponde a un periodo de post-granitización que granuló y fracturó tanto la roca granitizada como la materia reemplazada. Además, existe evidencia de que la introducción de cuarzo continuó después de la última deformación, puesto que en la No.1 y No. 2 existen áreas de cuarzo y calcita asociada en agregados de mosaicos granulares que no muestran rasgos de deformación.

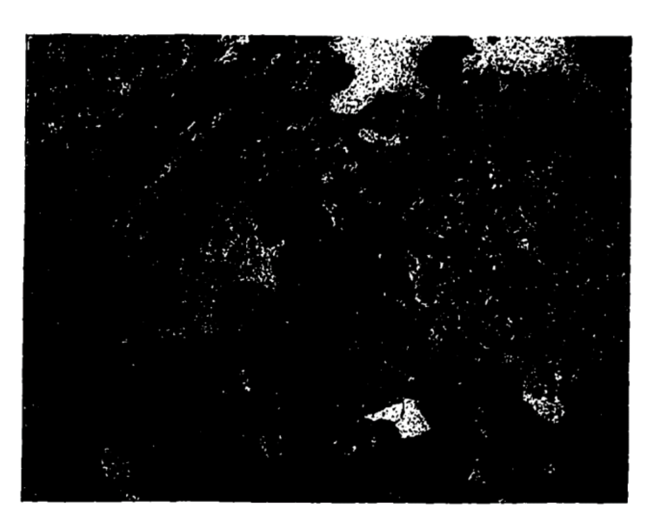


FIG. 2 – *Papallacta No. 1* – Microfotografía del mismo esquisto mostrado en la Figura 1, nícoles cruzados. Nótese las estructuras remanentes del antiguo feldespato en la albita posteriormente formada y, en el agregado granular de zoisita-epidota-sericita en la albita fresca. ×34.

- ***El Espécimen No. 2a***, tomado 6.7 millas al este de Papallacta, a una elevación de 8571 pies, es similar a la No. 1 en sus características, estructura e historia. Es una roca de color claro, rayada, esquistosa y de grano grueso. La plagioclasa está fracturada y atestada de innumerables inclusiones, que consisten mayormente en sericita de grano grueso, con un poco de epidota y zoisita, granos de granate, titanita granular y clorita. El mismo conjunto de productos mezclado con cuarzo granular, albita y un poco de pirrotina, están distribuidos a lo largo de zonas de fractura. Existe mucha más calcita asociada con el cuarzo y feldespato introducidos que en el Espécimen No. 1, pero estas muestras se parecen más en otros aspectos.

A pesar de que estas dos muestras fueron obtenidas de afloramientos a una distancia de 4 millas y a una diferencia de altitud de 800 pies, son esencialmente similares en su composición y la secuencia de eventos registrados en ellas es la misma.

Algunas de las características descritas se muestran en la Figura 1, ésta es un dibujo de la sección delgada del Espécimen No. 1, y la Figura 2 es una microfotografía (en nícoles cruzados) de este mismo espécimen. El dibujo representa la apariencia de una sección delgada en luz ordinaria, muestra las antiguas plagioclasas atestadas de densos, muy finos agregados de epidota-zoisita, mezclados con grandes granos y prismas de los mismos minerales, en una matriz de albita que se extiende en áreas más claras, más allá de los márgenes originales de la anterior plagioclasa.

La microfotografía (Fig. 2), tomada con una magnificación más baja que el dibujo (Fig. 1), ilustra las mismas condiciones. Aunque existe un pequeño indicio de esquistosidad tanto en el dibujo como en la microfotografía, la roca no solo está gruesamente foliada, también exhibe efectos de inyección. Es claro que se trata de un ortoesquisto, pero tiene una complejidad añadida debido al empapamiento, inyección, modificación y reemplazamiento, consecuencia del ataque de la etapa final del concentrado residual del mismo magma que dio origen a la granodiorita, o por un ataque de un magma posterior.

TABLA II. TABLA DE ANÁLISIS

		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Sílice	SiO_2	67.54	67.18	59.47	66.10	65.30	60.42	60.50	56.76	63.40
Alumina	Al_2O_3	15.26	15.45	16.52	15.32	18.02	16.32	18.20	16.20	16.57
Óxido férrico	Fe_2O_3	1.29	1.75	2.63	1.97	1.17	1.93	4.52	4.16	1.90
Óxido ferroso	FeO	2.82	2.27	4.11	2.90	4.71	2.62	0.86	3.36	1.90
Magnesia	MgO	2.85	1.55	3.75	1.77	2.87	3.82	2.87	4.08	2.14
Óxido de calcio (Cal)	CaO	2.16	3.57	6.24	3.81	0.98	5.06	2.39	5.82	3.83
Óxido de sodio (Soda)	Na_2O	4.94	3.63	2.98	3.48	1.12	4.41	4.63	3.93	4.77
Óxido de potasio (Potasa)	K_2O	0.92	2.79	1.93	2.74	2.47	0.65	1.90	2.39	3.48
Agua 110°	H_2O -	0.04	-	1.39	1.06	0.00	0.01	0.59	-	-
Agua sobre 110°	H_2O +	0.81	-	-	-	1.93	0.90	1.96	-	-
Óxido de titanio	TiO_2	0.68	0.50	0.64	0.53	0.50	0.58	0.74	0.96	0.48
Penta-óxido de fosfato	P_2O_5	0.10	0.23	0.26	0.27	0.10	0.10	0.10	0.25	0.21
Óxido manganoso	MnO	0.28	0.21	0.08	0.04	0.39	0.47	0.80	0.12	0.07
Trióxido de azufre	SO_3	0.07	-	-	-	0.03	0.09	0.09	-	-
Dióxido de carbono	CO_2	0.04	-	-	-	0.29	1.72	0.03	-	-
						Hierro (Fe) Azufre (S)	0.37 0.21			
TOTAL		99.8	99.13	100	99.99	99.88	99.68	100.18	98.03	98.75

1. Muestra No. 1. Papallacta. Análisis por Ledoux & Co., New York
2. Promedio de 10 análisis de granodioritas
3. Promedio de 20 análisis de cuarzodioritas. Daly, R. A., Igneous Rocks and Their Origin [Las Rocas Ígneas y su Origen], 1914, p. 26.
4. Promedio de 37 análisis de tonalita, cuarzomonzonita, granodiorita. Daly, R. A., *Idem*, p. 25.
5. Muestra No. 5, Papallacta. Análisis por Ledoux & Co., New York
6. Muestra No. 6, Papallacta. Análisis por Ledoux & Co., New York. *Nota:* Esta muestra contiene pirita y trazas de galena.
7. Muestra No.6, Río Coca. Análisis por Ledoux & Co., New York
8. Promedio de 12 análisis de andesitas. Bul. 419, U.S.G.S., 1910.
9. Promedio de 6 análisis de pórfidos dioríticos. Bul. 419, U.S.G.S., 1910.

Comentario sobre el análisis: Un análisis de la roca, en comparación con los análisis promediados de 10 granodioritas, 20 cuarzodioritas, y un promedio combinado de 37 análisis de tonalita, cuarzomonzonita y granodiorita, muestra diferencias marcadas en las proporciones de algunos de los constituyentes, especialmente cuando el análisis de Papallacta No. 1 es comparado con la granodiorita promedio.

Las granodioritas promedio (Nos. 2 y 4, Tabla de Análisis) tienen tres veces más potasa que la muestra No. 1 del camino de Papallacta, pero solo dos tercios de soda. La cal es más alta en las granodioritas promedio, pero la magnesia es considerablemente menor. Sin embargo, los porcentajes de sílice y alúmina, en los análisis promedio de granodioritas, son casi iguales a los de sílice y alúmina de la muestra No. 1, Papallacta. El análisis de la roca de Papallacta no es en absoluto comparable con el promedio de veinte análisis de cuarzodioritas, el cual se incluye aquí simplemente con el propósito de extender el rango de comparación. Estas diferencias en la composición de la roca de Papallacta, comparada con la composición de la granodiorita promedio, pueden deberse en parte a la entrada de emanaciones ígneas de una fuente subyacente, y a la sustitución del feldespato, originalmente más rico en potasa, por emanaciones ricas en soda. Mientras que la roca, a juzgar simplemente por la sección delgada, es una granodiorita cizallada y modificada, es probable que este espécimen en particular contenga más material de granodiorita que del esquisto más antiguo invadido por la granodiorita, de modo que sólo quedan rastros del esquisto más antiguo.

- **El *Espécimen No. 1a*,** 2.5 millas al este de Papallacta, elevación de 9404 pies, es un esquisto cuarzo-sericítico de textura moderadamente fina de origen incierto. Aunque la muestra se obtuvo del mismo lugar que la No. 1, existe poca similitud entre ellas, a excepción de algunos minerales que ambas contienen. La roca está compuesta por cuarzo; prismas de zoisita y epidota; rayas y láminas de clorita y moscovita; un poco de anfíbol azul-verde; feldespato claro, sin maclas, de menor índice de refracción que el bálsamo (<1.535 ±) y con ángulos de extinción (medidos en relación al clivaje) de 10° a 30°, una característica inusual; titanita granular, cristales de circón y un poco de pirrotina, todos estos minerales orientados en el plano de esquistosidad de la roca. Las rayas y láminas de moscovita y clorita, los pequeños prismas de epidota, zoisita y anfíbol azul-verde, y algo de cuarzo que está alargado en el mismo plano de esquistosidad, son responsables de la estructura esquistosa. Pero también hay rayas de cuarzo y feldespato que son granulares y semejantes a un mosaico, y que no aportan a la esquistosidad de la roca. Estos tienen la característica de material inyectado, derivado de una fuente ígnea; es decir, estas rayas son consideradas como inyecciones *lit-par-lit (capa por capa)* de algún tipo.

No existe evidencia directa de las condiciones iniciales de la roca; es imposible determinar si representa un sedimento intensamente metamorfizado o si es una porción de granodiorita fuertemente cizallada y altamente metamorfizada, aunque parece más probable que esta muestra represente el esquisto antiguo, de origen sedimentario, en lugar de una fase intensamente cizallada de una roca masiva como la granodiorita. Sea cual fuese su condición original, la roca no solo ha sido convertida en un esquisto cristalino, también ha sido afectada por inyecciones de material bajo control ígneo, una circunstancia que favorece la conclusión de que esta muestra representa parte del antiguo esquisto de probable origen sedimentario.



FIG. 3 – *Papallacta 1a* – Esquisto cuarzo sericítico. Microfotografía, en luz ordinaria, mostrando la esquistosidad. La banda en la mitad superior de la figura es un mosaico granular de agregados de cuarzo con granos no deformados. Los grandes parches gris-oscuros son clorita, los granos pequeños y prismas son epidota y zoisita, las láminas y agujas de color claro son sericita. ×24.

Las características de esta roca se muestran en la Figura 3, la cual ilustra algunas de las condiciones descritas y además presenta un notable contraste con el *Espécimen* No.1, ver Figuras 1 y 2; aunque ambas muestras vienen de la misma localidad.

- **El *Espécimen No. 3***, 7.5 millas al este de Papallacta, elevación 8330 pies, es una roca de textura gruesa, marrón, con manchas de aspecto ferroso, con salpicaduras gredosas, cizallada, que recuerda a un granito o granodiorita cizallado y meteorizado. Ha sido sometida a trituración de considerable intensidad, de modo que la roca está más o menos milonitizada, y se ha desarrollado mucho material limonítico, junto con una sustancia blanquecina, opaca, distribuida en rayas que cortan a todos los otros minerales de la roca. Hay parches no-triturados y rayas de agregados de mosaicos entrelazados conformados de cuarzo de grano grueso, áreas compuestas por agregados escamosos muy finos, brillantemente polarizantes, de mica incolora y, moscovita más gruesa en grupos de agregados, que se asocian con feldespato potásico y que contienen innumerables inclusiones orientadas transversalmente al clivaje de la mica; bajo un gran aumento resultan ser cavidades largas y estrechas llenas de líquido y burbujas.

Hay evidencia que indica dos etapas de deformación; la primera fue más intensa. Se piensa que durante esta etapa la roca fue triturada y granulada. El otro y posterior período generó fracturas que cortan todas las otras estructuras en la roca. Agentes externos han atacado la roca a lo largo de estas últimas debilidades, produciendo material limonítico.

Las características primarias de la roca son desconocidas, aunque es probable que una extensa fase de cizallamiento haya afectado a la granodiorita.

- **El *Espécimen No. 4***, 9 millas al este de Papallacta, elevación de 8114 pies, tiene una fuerte esquistosidad, está plegada-arrugada, con laminaciones blancas-negras, y muy micácea. Tiene todas las características de un esquisto de mica plateada, "empapado" e "inyectado".



FIG. 4 – *Papallacta* No. 4 – Mica esquisto helicítico. Dibujo, en luz ordinaria, mostrando la estructura helicítica. La estructura remanente del esquisto, ahora conservada en forma de puntos carbonáceos y rayas, pasa a través de la posterior sustitución de cuarzo y feldespato que no es esquistosa. ×24.2.

En la sección delgada, muestra una notable estructura helicítica debido al reemplazamiento del "cuerpo" del esquisto con cuarzo granular y un feldespato ópticamente positivo, ocasionalmente con macla tipo Carlsbad, cuyos índices de refracción son menores que el índice del bálsamo, y con ángulos de extinción tan altos como 25° (medidos respecto al clivaje); características similares a las del Espécimen No. 1a.

Los cristales de feldespato son alotriomórficos a hipidiomórficos, en pocas ocasiones con maclado tipo albita. Son metapoiquilíticos, con muchas inclusiones compuestas por burbujas de cuarzo, muchos prismas pequeños de zoisita, granos de circón, pequeños cristales de turmalina, granos de epidota, granos de titanita, prismas de apatito, y material grafítico considerablemente fino, negro y posiblemente carbonáceo; todo distribuido en una estructura arrugada, esquistosa que pasa indiferentemente a través de los granos y los límites de los granos de cuarzo y feldespato (formados por reemplazamiento), también a través de los cristales de moscovita que están asociados con los dos anteriores. Estos "fantasmas" de esquistosidad enfatizan las estructuras relictas en el esquisto.

Hay también bandas de agregados claros de cuarzo, de igual modo mezclado con feldespato y con un clinocloro muy ligeramente verde, bellamente maclado.

El espécimen muestra más o menos claramente:

(a) El desarrollo de un esquisto de origen incierto, pero probablemente sedimentario, formado por procesos metamórficos de intensidad considerable. El esquisto puede haber sido inicialmente una filita derivada de un sedimento, algo arrugada, y quizás algo grafítica.

(b) El empapamiento, inyección y actual reemplazamiento por concentraciones residuales de etapa final de una fuente granítica o granodiorítica; gran parte del cuarzo y todo el feldespato pertenece a esta etapa, y es probable que el clinocloro y la moscovita sean productos formados por la acción de la emanación residual sobre la materia que era parte del esquisto original.

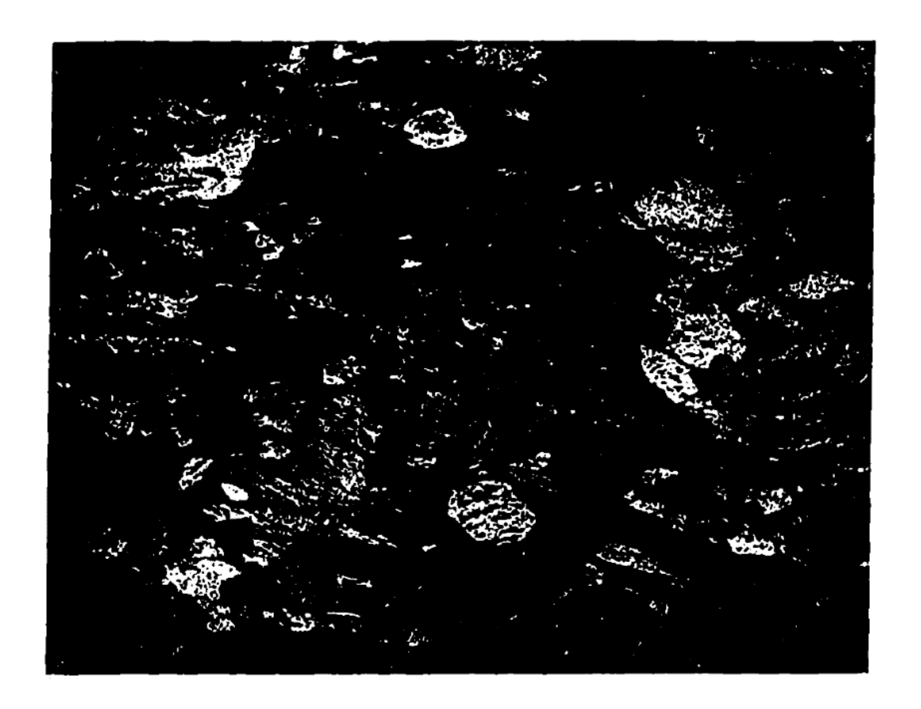


FIG. 5 – *Papallacta* No. 4 – Microfotografía del mismo esquisto mostrado en la Figura 4, en nícoles cruzados. Nótese los agregados granulares de cuarzo y albita no deformados, que reemplazan a la roca, y que contienen estructuras *fantasmas* de la filita original. ×24.

Esta notable roca, con su hermosa estructura helicítica y clara historia que indica el reemplazamiento de una filita por las emanaciones de una fuente magmática, se ilustra en la Figura 4, el dibujo está hecho en luz ordinaria, y muestra la estructura remanente del esquisto, que pasa indiferentemente a través del mosaico de reemplazamiento compuesto por cuarzo y feldespato; y la Figura 5, una microfotografía tomada con una magnificación menor que el dibujo, muestra el aspecto de la sección en nícoles cruzados.



FIG. 6 – *Papallacta No.5* – Esquisto con sismondita. Dibujo en luz ordinaria, que muestra rosetas, granos y prismoides de ottrelita (sismondita). Las partes incoloras son cuarzo. También se muestra la esquistosidad debido a los arreglos de la sismondita. ×43.

- **El *Espécimen No. 5***, 10.1 millas al este de Papallacta, elevación de 7579 pies, es un *esquisto moscovítico* de textura fina, color gris plata, compuesto por cuarzo elongado en el plano de esquistosidad, largas y sinuosas rayas de moscovita, que en ocasiones encierran “augen” microscópicos de granos de cuarzo; y prismas, manojos, grupos y rosetas de una variedad incolora de cloritoide correspondiente a sismondita. Las rosetas están formadas de prismoides, que parten desde algunos centros compuestos por granos individuales y grupales de cuarzo rellenos con diminutas inclusiones de sismondita. Los prismas exhiben maclado polisintético, una característica común de la ottrelita; sin embargo, la falta de color y pleocroísmo sugiere que los cristales tienen más magnesia y menos hierro que la ottrelita ordinaria. El análisis de la roca confirma esta suposición; la mayor parte de la magnesia reportada en el análisis, probablemente está contenida en la sismondita, puesto que los otros componentes esenciales en la roca son la moscovita y el cuarzo. Existen diminutos, microscópicos cristales de rutilo escasamente distribuidos en la roca, muchos muestran macla geniculada a una escala microscópica. Siempre que la mayor parte de magnesia esté contenida en la sismondita, la roca debería tener por lo menos 15% de tal componente. Esto corresponde aproximadamente con la composición mineral presentada por la sección delgada.

***Comentario del análisis**:* La alúmina (18.02%) es mayor en proporción a la sílice (65.30%), en comparación a lo normal que tiene una roca con la cantidad obtenida al sumar los álcalis (K_2O+Na_2O = 3.59%), y la cal (0.98%) es relativamente baja (ver la Tabla de Análisis), asumiendo que el esquisto se derivó de una roca ígnea. La mayor parte de potasa y soda quizás está contenida en la moscovita, aunque parte de la soda puede estar en la sismondita. El hierro está probablemente distribuido, en mayor parte, tanto en la moscovita como en la sismondita.

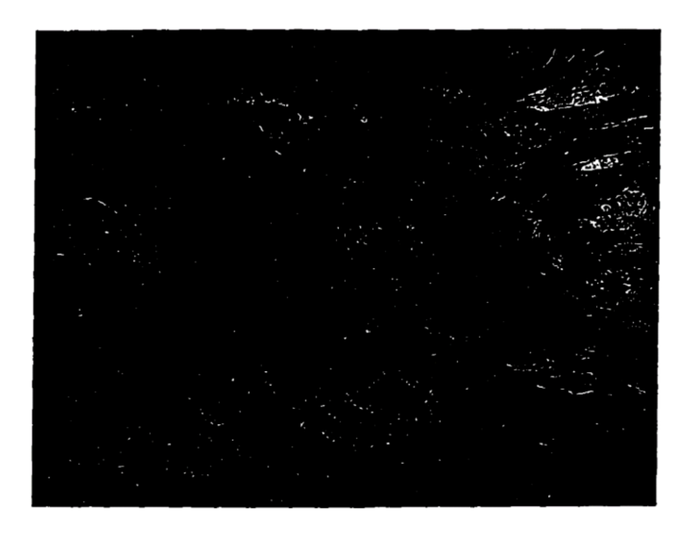


FIG. 7 – *Papallacta No. 5* – Microfotografía, del mismo esquisto mostrado en la Figura 6, en luz ordinaria. Los prismas y granos con relieve alto y áspero son sismondita. El relieve bajo se debe a las rayas de moscovita, las suaves y planas áreas son cuarzo. ×33.

De la composición química y el ensamble mineralógico de la roca, se considera que este esquisto de cuarzo-moscovita-sismondita se derivó de un intenso metamorfismo dinámico que afectó a un sedimento y no a una roca ígnea.

Las características de la roca se ilustran en la Figura 6, dibujada a partir de la sección delgada en luz ordinaria, y en la Figura 7, una microfotografía tomada en luz ordinaria. Se muestran algunos de los prismoides y rosetas de sismondita, la moscovita y el cuarzo, y en general la esquistosidad de la roca.

- **Los *Especímenes Nos. 5a, 6, y 6a*** son muy similares. El No. 5a fue encontrado en el mismo lugar del esquisto con sismondita No. 5, recientemente descrito, 10 millas al este de Papallacta. Los Nos. 6 y 6a son de la misma localidad, 10.7 millas al este de Papallacta, a una elevación de 7561 pies.

Todas estas rocas están intensamente cizalladas y son pórfidos completamente metamorfizados de probable composición inicial diorítica. En el No. 5a los fenocristales originales de plagioclasa ahora consisten en finos agregados granulares de zoisita, epidota y albita, un poco de calcita y ocasionalmente un poco de cuarzo y clorita. Mucha de la epidota de grano fino está distribuida por toda la matriz, la cual ha sido completamente recristalizada en un toscamente orientado, entrelazado, agregado cristalino de cuarzo granular, albita, granate, calcita, y fragmentos, rayas, parches de cristales de biotita corroída. Muchos de los fenocristales albitizados muestran parcial reemplazamiento por epidota y zoisita y más o menos granulación a lo largo de los márgenes; en algunos casos han sido sometidos a una granulación mucho más extensa. Estas rocas son pórfidos metadioríticos intensamente cizallados, epidotizados, albitizados (saussuritizados), modificados y reorganizados.

La matriz de las muestras No.6 y 6a es una recristalización y modificación compleja de cuarzo, albita, epidota, calcita, moscovita, clinocloro, y un poco de pirita y pirrotina.

Los pseudomorfos de saussurita después de fenocristales de plagioclasa actúan como “augen” de algún tipo, puesto que los minerales de la matriz se balancean alrededor de estos en líneas de flujo dinámico. En las Nos. 6 y 6a prevalecen las mismas condiciones, pero la mayoría de los fenocristales originales de feldespato están albitizados, pero no tan saussuritizados como los del Espécimen No. 5a. Otros han sido en parte, y otros completamente, convertidos en agregados cristalinos de grano grueso de epidota. Cristales corroídos de hornblenda café están escasamente distribuidos en la matriz, así como unos rasgados parches y rayas de clinocloro.

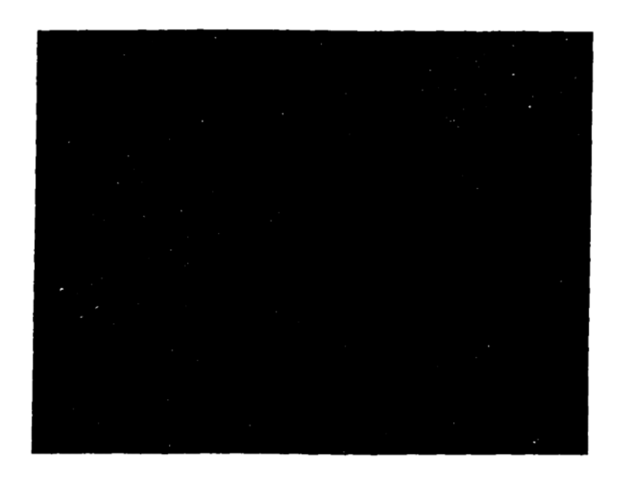


FIG. 8 – *Papallacta No. 5a* – Metadiorita porfídica cizallada y modificada. Microfotografía, luz ordinaria. Los cristales negros son pseudomorfos de saussurita fino-granular (agregados extremadamente fino-granulares de zoisita-epidota-albita) después de fenocristales de feldespato. La matriz está compuesta por cuarzo granular y feldespato y pequeños cristales de biotita que están llenos de diminutas inclusiones de burbujas. ×24.

Algunas de las características mencionadas se muestran en la Figura 8, una microfotografía de la muestra No. 5a, tomada en luz ordinaria. Los parches negros son agregados pseudomórficos diminutos de saussurita después de fenocristales de plagioclasa. La matriz, completamente recristalizada y modificada, consiste mayormente en cuarzo, albita y biotita. Los innumerables diminutos puntos en el cuarzo y la albita de la matriz son inclusiones de burbujas y líquidas.

Comentario sobre el análisis: Un análisis de la muestra No. 6 se da en la tabla de análisis, y para la comparación se ha incluido al promedio de seis análisis de pórfidos de diorita.

La sílice en Papallacta No. 6 es menor que el promedio de los pórfidos de diorita, pero todos los otros constituyentes con excepción de la potasa y el óxido manganoso son razonablemente consistentes, aunque tanto la magnesia como la cal son más altas en la roca de Papallacta. Hay menos de una quinta parte de potasa y casi siete veces más óxido manganoso en Papallacta No. 6 como se muestra en los análisis promedio de pórfido de diorita. Entre los análisis de rocas ígneas enlistados por Washington (6), en solo dos de los veintitrés análisis de pórfido de diorita citados se encuentra la potasa con menos del uno por ciento, y en un solo análisis se reporta menos del tres por ciento de soda.

El contenido promedio de potasa de los veintitrés análisis es de 2.52%, el contenido promedio de soda de 4.14%, cifras comparables con el contenido promedio de álcali de los seis pórfidos dioríticos enlistados en la tabla de análisis.

Con excepción del contenido bajo de potasa, la composición de la muestra No. 6 de Papallacta es comparable con las composiciones de pórfidos dioríticos de todo el mundo, de modo que la cizalla y el metamorfismo de la roca pudo haber resultado en el desarrollo de la esquistosidad y recristalización de los componentes primarios, sin la adición de ningún otro constituyente y sin la substracción de algún material de la roca, a menos que algo de la potasa originalmente presente haya sido eliminada durante el metamorfismo, y quizá se haya añadido un poco de soda y agua.

- **La *Muestra No. 7***, 12.5 millas al este de Papallacta, elevación de 6972 pies, es muy diferente a los anteriores especímenes. Es una roca endurecida, esquistosa, de grano fino y color verde. El color se debe a las abundantes láminas de clinocloro, de color esmeralda y fuertemente pleocroicas, orientadas en el plano de esquistosidad. Tanto la zoisita como la epidota son abundantes como granos, prismas y masas de agregados; la roca contiene mucho cuarzo granular y feldespato alcalino, algunos en la forma de albita, otros como granos alotriomórficos sin maclas. El cuarzo, feldespato, clinocloro, epidota y zoisita componen la mayor parte de la roca. Existe un poco de mica incolora, ocasionalmente intercrecida con el clinocloro, y también hay bandas de cuarzo en mosaico, paralelas a la esquistosidad de la roca, que tienen el aspecto de cuarzo posterior o de inyección. Las características iniciales de la roca son desconocidas, pero su composición, observada en la sección delgada, sugiere una derivación de roca ígnea de afinidad básica media, algo similar a los pórfidos dioríticos cizallados, albitizados y metamorfizados de los Nos. 5a, 6 y 6a; aunque la gran cantidad de clorita y epidota, y la baja cantidad de fenocristales remanentes, así como la textura fina, sugieren derivación de una roca ígnea como la andesita o el basalto. En su actual condición, esencialmente es un esquisto tipo roca verde.

- **El *Espécimen No. 8***, 14.4 millas al este de Papallacta, elevación de 6600 pies, es una roca esquistosa de textura moderadamente fina, color gris verdoso, con mucha biotita. La estructura esquistosa es consecuencia de la cizalla y recristalización. La biotita, pobremente orientada, está distribuida en largas rayas, escamas rasgadas, hojuelas y parches. Es de color verde-café claro en la posición de máxima absorción, y casi incolora en la posición de mínima absorción. Muchas de las hojuelas de biotita contienen inclusiones de granos de epidota, y particularmente una mostraba halos pleocroicos color café oscuro alrededor de un diminuto cristal incluido, quizá cristales microscópicos de circón. Existe un pequeño clinocloro de color verde pálido con su característica macla polisintética, además de epidota casi incolora y zoisita asociada, distribuidos en "enjambres" de granos, como cristales prismáticos grandes, y en grupos de granos. Estos minerales son muy notables en la roca. También existe un considerable cuarzo en una especie de mosaico, y una pseudopertita similar a la mencionada en el Espécimen No.1, que consiste en la anterior plagioclasa que fue albitizada y suficientemente deformada durante el posterior cizallamiento de la roca, de modo que desarrolló un interrumpido y dislocado maclado tipo albita, el cual se asemeja, a primera vista, a una estructura micropertítica. Minerales accesorios de menor relevancia son la moscovita, cristales pequeños aleatorios de granate, titanita granular, y un poco de pirita de forma euhedral no deformada, con bordes bien definidos.

Algo de cuarzo está distribuido en granos en una especie de mosaico que no muestra estructuras de trituración, sin embargo, actúa como un hospedante para el ensamble de granos de epidota-zoisita; pero existen otros lugares en la sección en los que tanto el cuarzo como el feldespato han sido granulados. Mientras el carácter original de la roca es desconocido, la composición y el ensamble mineral sugieren que se pudo haber derivado de la misma granodiorita que fue la fuente del Espécimen No.1. Es un esquisto biotítico de origen incierto.

- **El *Espécimen No. 9***, *16* millas al este de Papallacta, elevación de 6375 pies, es una roca esquistosa de grano fino, rayada y de color gris plata. Áreas locales dentro de la sección delgada son esquistosas, pero no existe constancia en la orientación de los granos. Existen, sin embargo, estructuras de cizallamiento de origen posterior que cortan todas las otras estructuras de la roca, y a lo largo de estas debilidades se distribuyen pequeños cristales de moscovita, prismas de zoisita, epidota y una considerable cantidad de carbonato, pirita y pirrotina. Los sulfuros debieron ser introducidos posteriormente a los periodos de deformación, puesto que cortan y en algunas partes reemplazan otros minerales en la roca; están distribuidos intersticialmente en largueros (*stringers*) irregulares, que cortan a través del cuarzo, el feldespato y el carbonato indiferentemente, y transectan prismas de zoisita y epidota, además rellenan las fracturas transversales en ellos. La misma situación prevalece, por lo menos, con respecto a la magnetita. La calcita también invade a otros minerales, aunque los sulfuros, como se mencionó anteriormente, son posteriores a ésta, de acuerdo con las relaciones estructurales entre ambos minerales.

El cuarzo y la albita son minerales notables en la roca, ambos llenos de diminutas inclusiones en forma de granos opacos (magnetita?) y transparentes, incluso cristales cortos, robustos, pero extremadamente pequeños, además de “agujas” largas y transparentes. El feldespato es albita, de la cual la mayor parte a sufrido deformación; mucha de ella muestra un maclado interrumpido y dislocado y, tiene enjambres y trenes de inclusiones líquidas y de burbujas en adición a las ya mencionadas. Muchas de las “agujas” se asemejan a largas, delgadas cavidades en lugar de a cristales. Son interrumpidas por fracturas transversales, son irregulares en su espesor, terminan en puntas redondeadas y muchas de ellas tienen diminutas inclusiones, que quizá sean burbujas extremadamente pequeñas. Quizás la roca es una porción cizallada de granodiorita.

B. Rocas ígneas

a. Volcánicos pre-Albienses

En tres localidades en el Este del Ecuador, en el Río Coca, el Río Misahuallí y el Río Jandache, las rocas sedimentarias, que están ligeramente inclinadas, son subyacidas por volcánicos muy alterados, la mayoría son tobas modificadas. La notable similitud de estas rocas ígneas de localidades muy separadas, y su relación con los mismos sedimentos, nos hace creer que son de la misma edad.

Calizas fosilíferas del Albiense (Cretácico Medio) están separadas del contacto con estas rocas ígneas por sólo unos pocos pies de sedimentos; en un lugar son areniscas, en otro, calizas similares. Es posible que entre estas capas por debajo de las calizas marinas albienses se encuentren representantes de los sedimentos del Ordovícico, Devónico, Carbonífero, Jurásico y Cretácico Inferior que se han sido encontrados en Perú a pocos kilómetros al sur.

Es seguro que estas rocas ígneas son de edad pre-albiana. Es probable que sean mucho más antiguas, porque parecen ser acumulaciones superficiales de lava y tobas y no intrusiones de rocas ígneas, y fueron por lo tanto depositadas en una superficie que tuvo que ser hundida para permitir la invasión del mar y la acumulación de los depósitos marinos cretácicos.

Se desconoce el espesor de estas rocas ígneas; no hemos visto su base expuesta. En cada una de las tres localidades donde las hemos estudiado había unos 100 pies de ellas debajo de las capas más inferiores de los sedimentos.

En los altos Andes adyacentes, existen rocas ígneas de similar composición y alteración, las cuales probablemente pertenecen a la misma Formación. Más abajo discutiremos la probabilidad de que las felsitas, andesitas, pórfidos, granófiros y gabros del Río Pastaza, Río Papallacta y las Montañas Guacamayos, pertenezcan a la misma serie.

Serie Río Coca

Las doce muestras del Río Coca fueron recolectadas de rocas masivas aflorantes en los bancos del río, en lugares entre 56 a 61 millas arriba de la desembocadura del río, representando una superficie entre 1864 a 2050 pies sobre el nivel del mar. En el ascenso del Río Coca desde su desembocadura, por 56 millas todas las rocas son sedimentarias. Cambian progresivamente a rocas de mayor edad debido a una leve inclinación hacia el este de los estratos. En un punto a 56 millas de la desembocadura del río, la base de los sedimentos está subyacida por rocas ígneas, y tan río arriba como fuimos capaces de continuar, en un punto a 61 millas de la desembocadura, las rocas ígneas forman el lecho del río, que aquí ocupa un profundo cañón, amurallado con acantilados de rocas sedimentarias.

Debido a que la base de las rocas ígneas no es visible, no conocemos su espesor o si otras rocas sedimentarias se encuentran debajo o no.

Las rocas ígneas encontradas (muestras 1-L y L-a) en las altitudes más bajas, ± 2100 pies sobre el nivel del mar, a 61 millas de la desembocadura del río, son volcánicos fragmentales presentes en afloramientos masivos sin algún rastro de estratificación visible. Estratigráficamente arriba de éstas, se encuentran las rocas representadas por la muestra No. 18, 60.5 millas arriba de la desembocadura del río, y por la muestra No. 2, obtenida a una elevación de 2008 pies, alrededor de 59 millas arriba de la desembocadura del río.

Una andesita muy tobácea (Espécimen No. 6), de las cascadas inferiores del Río Coca, alrededor de 58 millas desde la desembocadura del río y a una elevación de 2000 pies, se encuentra cerca de los sedimentos.

Sobre este horizonte, y representadas por las muestras 1, 1-a, 2, 3, 4 y 5, recolectadas a una elevación de 1936 pies, a 58 millas de la desembocadura del río, se encuentran traqui-andesitas o latitas alteradas, latitas tobáceas, y tobas volcánicas ácidas, una felsita esferulítica, una toba volcánica de composición traqui-andesita, y un basalto modificado. En este punto las rocas son muy masivas, ligeramente estratificadas, y fracturadas.

La roca (No. 17) que subyace inmediatamente a los sedimentos, es una andesita basáltica.

Puesto que no se tiene ningún antecedente de la geología de esta aislada región de donde provienen las muestras, unas breves descripciones petrográficas de ellas serán de mucho interés.

- **Las *Muestras 1-L* y *L-a*** fueron tomadas más arriba del cañón del Río Coca y de un horizonte estratigráfico más inferior que cualquiera de los otros especímenes de esta serie. Tienen una textura muy fina, están fuertemente endurecidas y ligeramente meteorizadas a lo largo de las superficies de las juntas. La No. 1-L es gris y tiene diminutos cristales de pirita distribuidos a lo largo de los planos de las juntas. La No. L-a es negra y de textura muy fina; pero, macroscópicamente, ninguna revela su verdadera naturaleza, debido a los cambios producidos por el intenso ataque hidrotermal al que fueron sometidas.

Ambas rocas son volcánicos fragmentales, pero difieren en la naturaleza de los fragmentos que las componen. La No. 1-L está compuesta por fragmentos de vidrio volcánico ácido, incluyendo piezas de vidrio que son pumíticas, fragmentos de obsidiana con características estructuras de flujo, trozos de vidrio perlítico, trozos de vitrófiro y otros pedazos de roca, además de muchos fragmentos modificados y rotos de feldespato alcalino y plagioclasa ácida. Los cristales de magnetita y apatito están asociados con algunos de los fragmentos líticos, vetillas de perfecta y fresca pirita cortan todas las estructuras en la roca, transectando a muchos de los granos de magnetita. Todos los fragmentos líticos y minerales están bien empaquetados en una pequeña cantidad de matriz compuesta en gran parte por ceniza vítrea ácida, ahora completamente desvitrificada. En adición al producto de la desvitrificación de las partículas finas de vidrio, se ha desarrollado clorita, hematita, magnetita polvorienta y granular, cuarzo y leucoxeno, como efecto de alteración.

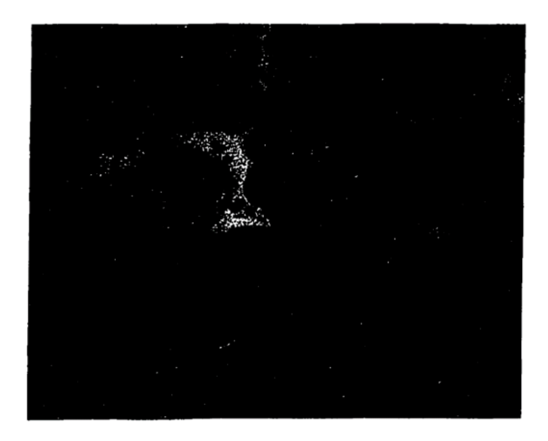


FIG. 9 – *Río Coca 1-L* – Toba volcánica desvitrificada. Microfotografía, en luz ordinaria, mostrando el carácter clástico. Nótese los fragmentos de vidrio perlítico, y otros fragmentos vítreos de lava. La raya negra que corta la roca es una vetilla interrumpida de pirita. ×34.

La roca también ha sido fracturada, y se ha introducido cuarzo, albita y pirita. Es una toba volcánica ácida desvitrificada. La Figura 9 ilustra el hábito fragmental y la naturaleza de los fragmentos.

- **La *Muestra No. L-a*** era inicialmente una ceniza ácida fina, con trozos pequeños, rotos y angulosos de cuarzo y, además, feldespato alcalino y plagioclasa ácida (sódica). El principal producto de modificación es un agregado de desvitrificación cuarzoso y feldespático, aunque también se ha producido un poco de leucoxeno, clorita y sericita. La textura se ha engrosado por desvitrificación y muchos restos ("fantasmas") completamente modificados de fragmentos de vidrio volcánico se distribuyen por la roca. Es una ceniza volcánica desvitrificada.

- **El *Espécimen No. 18*** del siguiente horizonte estratigráfico más alto y de un punto a 60.5 millas de la desembocadura del Río Coca, elevación 2050 pies, es una roca fuertemente modificada, indurada y ligeramente tobácea con matriz traquitoide, cuyos fenocristales son tanto de plagioclasa ácida como de feldespato alcalino, algunos de los cuales muestran saussuritización parcial; mientras que, en otros, la zoisita, la epidota, sericita y la albita ocurren en granos individuales separados y en parches. En este espécimen, también, la matriz general es extremadamente irregular y diferente en aspecto de un lugar a otro, sin embargo, aparte de los obvios fragmentos líticos, que están muy alterados, pero fácilmente reconocibles como unidades líticas distintas, las múltiples áreas diferentes en la matriz se fusionan entre sí por gradaciones imperceptibles. Así, a pesar del comportamiento irregular, la roca parece ser de origen definitivamente pirogénico y no piroclástico. La roca tiene cristales más grandes de magnetita y apatito que las otras rocas de esta serie. Pequeños cristales de piroxeno, pero de dimensiones fenocristalinas, están completamente alterados a serpentina, y en raras ocasiones a una mezcla de cuarzo, epidota, zoisita y serpentina. La roca es intermedia entre las traquitas y las andesitas. Es una latita porfirítica o traqui-andesita, modificada e indurada.

- **La *Muestra No. Z***, a 60 millas hacia arriba de la desembocadura del Coca, elevación 2008 pies, representa un horizonte más cercano a los sedimentos. Se trata de una roca porfídica con estructura de flujo, inicialmente de composición andesítica, pero ahora completamente modificada y fuertemente indurada. Los fenocristales de plagioclasa originales, moderadamente básicos, se componen de agregados mixtos de sericita gruesa, calcita granular, cuarzo, albita y epidota, todos ellos formando agregados pseudomorfos después del feldespato original. Fenocristales, de hornblenda original que inicialmente fue resorbida a lo largo de los bordes, han sido alterados a una mezcla de calcita, epidota en grupos aciculares radiales, en forma de abanico y un poco de cuarzo, todos pseudomorfos después de la antigua hornblenda. Las estructuras de los antiguos márgenes resorbidos están preservadas como pseudomorfos compuestos por una sustancia blanco-opaca; puede tratarse de leucoxeno derivado de la alteración de posible magnetita granular titanífera que se formó durante la resorción de la hornblenda original.

Los pequeños listones de plagioclasa de la matriz también se reproducen estrictamente como agregados mixtos pseudomorfos, similares a los fenocristales mucho más grandes de feldespato.

Parches de carbonato, conteniendo talvez un poco de hierro y magnesia, además de cal, y pequeñas áreas irregulares de agregados secundarios de cuarzo, están dispersos por toda la matriz, como productos de la alteración de una porción de ella, también son intersticiales a la pequeña matriz de feldespatos. La roca contiene pequeñas áreas irregulares rellenas con clorita y cuarzo en mosaico, lo que sugiere que la lixiviación y relleno fueron operativos entre los procesos secundarios que afectaron profundamente a la roca. La mayor parte, sino toda, de los componentes primarios ha sido destruida. Pocos cristales diminutos de apatito y granos euhedrales posiblemente de magnetita primaria son los únicos remanentes originales.

La roca consiste en sericita gruesa, albita, cuarzo, calcita y otro carbonato, epidota, zoisita, clorita, leucoxeno y un poco de hematita. Lo más llamativo es la retención de anteriores estructuras en la roca, a pesar del completo cambio de sus componentes. Es una meta-andesita.

- **El *Espécimen No. 6***, obtenido de un afloramiento masivo en las cascadas inferiores del Río Coca, 58 millas a partir de la desembocadura del río, elevación de 2000 pies, representa el siguiente horizonte de estas rocas ígneas cercanas a los sedimentos. Está roca es tan variable en la textura de sitio en sitio, lo que sugiere que es un volcánico fragmental; aunque existen algunos distinguibles fragmentos líticos cuya composición es diferente de la parte principal de la roca, la mayor parte de ésta es de composición andesítica. La matriz cambia gradualmente en características; en algunos lugares existe una clara estructura pilítica común de las andesitas; en otras una estructura fino-granular, y en otras porciones la roca es pilítica más gruesa con buena estructura de flujo. Todas estas unidades aparentemente diferentes gradan entre ellas, de manera que no existe fragmentos individuales distinguibles, con la excepción de los anteriormente mencionados. Es difícil decir si la roca inicialmente fue una toba volcánica o un ensamble andesítico uniforme, cuyos fragmentos separados han sido obscurecidos por la alteración, o si es una lava andesítica fuertemente xenolítica cuyos “atrapados” fragmentos no sólo han sido retrabajados hasta perder sus marcados bordes, también han sido obscurecidos por la alteración. El aspecto general que tiene la roca es de una lava con muchas inclusiones, algunas de las cuales pueden ser connatas, mientras que las otras son xenolitos distinguibles de composición basáltica. Estos últimos contienen hermosos agregados pseudomorfos de cuarzo granular (en mosaico) después de piroxeno y olivino, mezclados en algunos casos con un poco de serpentina, además contienen parches muy irregulares que representan anteriores cavidades producto de la lixiviación, ahora rellenas de agregados de serpentina enmarañados, aciculares verdosos, que son casi isótropos, rodeados de material mucho más anisótropo que está compuesto por una masa de diminutas, escamas intercaladas, muy semejantes a sericita fina o talco, todo rodeado por unas estrechas bandas que contienen un conjunto de fibras perpendiculares a las paredes, que recuerda el hábito del crisotilo. Algunos de los parches tienen fenocristales de feldespato que han sido parcialmente alterados a cuarzo, sericita, zoisita-epidota y albita, y ocasionalmente los fenocristales de feldespato contienen canales, quizá formados por la lixiviación, rellenos del mismo agregado serpentinoso recién descrito.

Mucho o poco leucoxeno, titanita granular, clorita, magnetita y materia limonítica se distribuye por toda la roca en agregados granulares finos. La muestra representa una toba andesítica fuertemente indurada y modificada, pero notablemente uniforme, o una andesita altamente tobácea. Probablemente es la última.

Comentario sobre el análisis: La comparación del análisis químico de esta roca con el análisis promedio de doce andesitas indica que tanto la sílice como alúmina son apreciablemente altas en el Río Coca No. 6, y tanto la cal como la magnesia son considerablemente bajas. Existe menos de la mitad de cal en la muestra del Río Coca en comparación con la andesita promedio que se muestra, y aproximadamente, a lo mucho, tres cuartos del contenido en magnesia. Mientras la potasa y soda, baja y alta respectivamente en la muestra del Río Coca, difieren del valor de la andesita promedio, están, sin embargo, en el rango de variación de las andesitas. El contenido total de hierro es más alto en la andesita promedio, y el óxido de manganeso es más bajo; la mayor parte de hierro en la muestra del Río Coca está presente en el nivel de oxidación más alto, y el del óxido de manganeso es bastante alto. Considerando el estado de alteración de la roca, corresponde, en gran medida, a la composición de una andesita en general.

El siguiente horizonte superior en estas rocas ígneas está representado por las muestras Nos. 1, 1-a, 2, 3, 4 y 5, en un punto a 58 millas de la desembocadura, elevación 1936 pies. El afloramiento es masivo, posiblemente con una ligera estratificación, con fracturas, y contiene inclusiones. Todas están intensamente alteradas, una característica común de todas las muestras del Río Coca. Las Nos.1 y 1-a representan material unos pies más arriba, estratigráficamente, que las Nos. 2 y 3.

- **La *Muestra No.1*** es ligeramente porfirítica, con una fábrica traquitoide, los feldespatos consisten en listones de plagioclasa distribuidos entre los cristales de feldespato alcalino que son un poco más largos que los listones de plagioclasa, pero no de dimensión de fenocristal. Todos los feldespatos están alterados. Granos de anterior piroxeno escasamente distribuidos fueron convertidos en una mezcla de agregado modificado compuesto por serpentina y clorita. La roca es en esencia una traqui-andesita alterada, o latita.

- **El *Espécimen No. 1-a*** es más complicado. Tiene cristales de feldespato que parecen fenocristales, pero la roca es o fuertemente tobácea o fragmental. Los fenocristales de feldespato son principalmente del tipo alcalino, aunque la plagioclasa ácida está presente entre ellos. Todos estos están más o menos sericitizados, y ocasionalmente aparecen gránulos de epidota como parte de los productos de modificación. Muchos de ellos exhiben una apariencia rayada y con parches, que es común del feldespato que ha sido parcialmente albitizado. Se considera que estos feldespatos han sido modificados por sericitización, albitización, y en menor grado por epidotización.

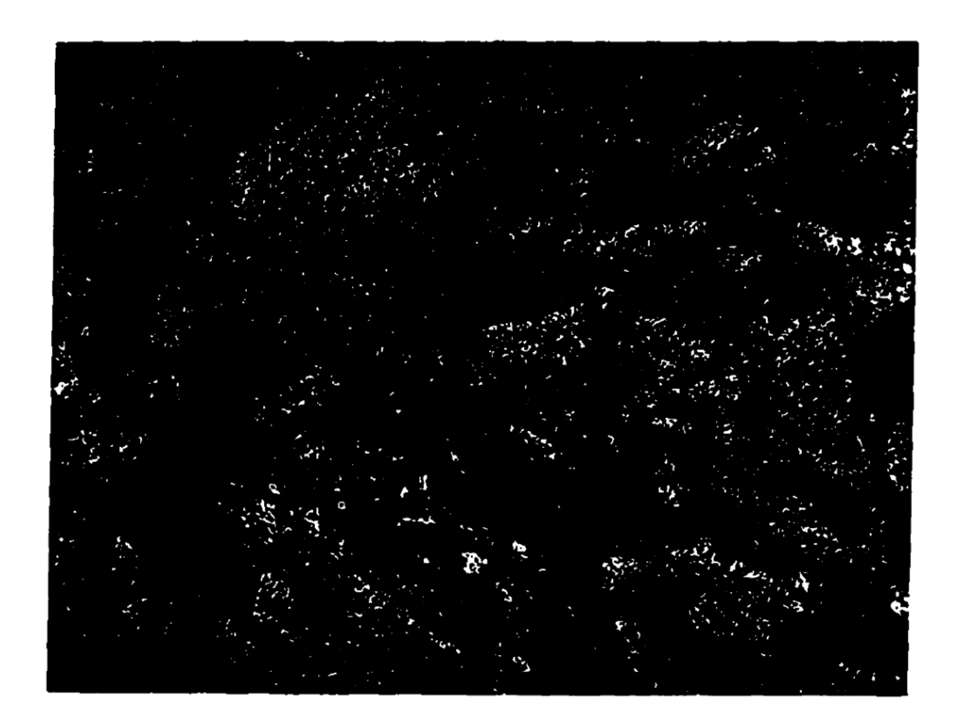


FIG. 10 – *Río Coca No. 1-a* – Latita tobácea y porfirítica. Microfotografía, en luz ordinaria, mostrando el hábito fragmental muy perturbado, estructura porfirítica y grupos de fenocristales de feldespato parcialmente albitizados. La roca es muy variable en la textura y el hábito de la matriz de sitio en sitio, además es fuertemente tobácea; pero, los fragmentos o xenolitos están muy modificados que se mezclan entre ellos, y están indistinguiblemente delineados. ×24.

La matriz de la roca es extremadamente variable, cambiando en textura, estructura y en composición de sitio en sitio. Algunas áreas exhiben estructuras hialopilíticas típicas, características de las andesitas; otros lugares son finamente felsíticos, casi vítreos, con diminutos feldespatos y fragmentos de cristales distribuidos en ellos; y en otras áreas, de tipo felsítico, o fino-granular, tienen fenocristales de feldespato, lo que sugiere fragmentos de un volcánico porfirítico de algún tipo. Sin embargo, con algunas excepciones, estas áreas no están claramente definidas; todas han sido perturbadas por la alteración y se mezclan imperceptiblemente entre ellas.

Epidota cristalina de grano grueso, mezclada con zoisita y cuarzo, forman agregados pseudomorfos después de piroxeno, tanto individuales como agrupados; los pseudomorfos agrupados tienen numerosas inclusiones de granos de magnetita euhedral.

En la roca existen áreas indistinguiblemente delineadas compuestas por epidota y zoisita, sugerencia de posibles fragmentos líticos básicos que han sido completamente destruidos por la alteración; también agregados pseudomorfos de serpentina no pleocroicos, de color verde claro, después de formas que sugieren hornblenda.

Se considera a la roca como muy alterada, fuertemente indurada, fragmental perturbada y volcánica muy tobácea, con la composición de una traqui-andesita o una latita; esencialmente es una latita porfirítica y tobácea extensamente alterada. La figura 10 ilustra esta roca.

- **El *Espécimen No. 2***, ubicado estratigráficamente más abajo que la No. 1, es de origen piroclástico. Se compone de fragmentos de obsidiana con estructuras de flujo, partes de vidrio perlítico, y fragmentos de vitrófiro y queratófiro, todos bastante alterados. Muchos cristales rotos de feldespato alcalino y plagioclasa están contenidos en esta roca, algunos parcialmente, otros casi por completo, alterados en agregados mixtos compuestos por sericita, parches de albita y epidota granular. Una considerable cantidad de epidota y un poco de calcita se encuentran en toda la roca, y se ha desarrollado mucho cuarzo en mosaico a través de la silicificación de algunos de los fragmentos líticos cuyas estructuras anteriores perlíticas, pumíticas y de flujo se preservan como un “fantasma” o como estructuras heredadas. Diminutas fracturas en la roca están rellenas de cuarzo, calcita y epidota.

Es una toba volcánica ácida, indurada, intensamente modificada, con composición de una traquita o latita.

- **El *Espécimen No. 3,*** tomado de las cercanías de la No. 2, es una felsita esferulítica, de grano fino, completamente desvitrificada; probablemente en un inicio una lava vítrea esferulítica desvitrificada, fracturada y rellenada con cuarzo, el cual no solo ocupa las fracturas, también invade a los componentes que conforman la roca. La estructura esferulítica primaria existe ahora como un relicto o estructura “fantasma”, puesto que la roca ha sido extensamente modificada.

- **Los *Especímenes Nos. 4 y 5***, tomados de la misma vecindad que las Nos. 1. 1-a, 2, y 3, son diferentes en su estructura inicial, aunque han sido sometidos, en la misma manera que los otros, a un intenso ataque hidrotermal. La *Muestra No. 4* es de origen piroclástico, con muchos fragmentos de varios tipos de rocas ígneas, en un rango de lavas ácidas perlíticas a pedazos de roca andesítica, y fragmentos de feldespatos rotos. Todos los fragmentos están muy alterados; la clorita, serpentina, epidota, cuarzo, magnetita y leucoxeno son los componentes secundarios dominantes, también la roca ha sido silicificada hasta cierto grado, debido a la introducción de cuarzo.

El carácter clástico original de la roca ha sido considerablemente perturbado por estos cambios; el mismo conjunto de productos (de alteración) se ha desarrollado en la matriz (en un inicio fino-granular), en la cual los fragmentos líticos están distribuidos, y también ha ocurrido una bastante extensa desvitrificación. Es en esencia una toba volcánica modificada de composición traqui-andesítica.

- **La *Muestra No. 5*** de la misma vecindad que la No.4, es muy diferente de la No.4, y de las anteriores muestras de la Serie Río Coca. Es muy porfirítica, los fenocristales más grandes son de augita, muy fracturada entre los cristales, que contienen áreas algo granulares. Los cristales de augita tienen un hábito de "agrupación cercana", de modo que resulta en un agregado o compuesto de fenocristales que constituyen un tejido muy contiguo, pero con unidades de diferente orientación.



FIG. 11 – *Río Coca No. 5* – Basalto modificado. Microfotografía, en luz ordinaria, mostrando fuerte modificación de feldespatos, y agregados pseudomorfos de epidota, cuarzo, calcita y penninita después de augita (en la parte inferior de la figura). La matriz negra en la que los cristales se distribuyen es un vidrio básico, ahora parcialmente alterado a un producto blanco opaco, considerado como anauxita. ×24.

La birrefringencia de la augita no excede el 0.030, el pleocroísmo es imperceptible y Z∧c es aproximadamente 45°. Algunos cristales de augita están completamente alterados, otros ligeramente alterados; los productos de alteración son epidota, cuarzo, penninita y calcita. La penninita, ocasionalmente mezclada con un poco de calcita y cuarzo, está como un pseudomorfo después de olivino; los cristales (pseudomorfos) son más pequeños que la augita y frecuentemente muy idiomórficos.

La plagioclasa, tanto los fenocristales como los pequeños listones distribuidos en la matriz, es labradorita. Sin embargo, ha sido más o menos modificada, de manera que consiste en parte de un agregado de alteración compuesto por una fina mezcla de sericita, epidota, carbonato y zoisita.

Vidrio básico intersticial forma parte de la matriz de la roca, pero aparece como blanco opaco en la sección delgada, constituyendo uno de los minerales de caolín, probablemente anauxita. El carácter general de la roca se muestra en la Figura 11; la matriz negra intersticial es blanca opaca en luz reflejada. La roca es un basalto modificado.

- **El *Espécimen No. 17*** es una roca ígnea que subyace inmediatamente a los sedimentos, fue recolectada en un punto a 56.5 millas de la desembocadura del Río Coca, a una elevación de 1864 pies. El afloramiento es masivo y veteado. Esta roca negra de textura fina es ligeramente porfirítica, con una hermosa estructura de flujo marcada por los microlitos de labradorita, que no están muy modificados, ubicados en una mesostasis de vidrio. Los fenocristales consisten en piroxeno incoloro, que se asemeja en características ópticas y estructurales al descrito en la Muestra No. 5; y pseudomorfos mixtos de limonita, carbonato y calcedonia después de olivino.

Al igual que en el Espécimen No. 5, varias unidades de piroxeno forman grupos de tejidos contiguos, cada individuo del grupo tiene una diferente orientación, formando fenocristales compuestos. En varios casos, muchas, a veces una, de estas unidades han sido parcialmente alteradas a un claro carbonato granular, probablemente calcita, diferente en apariencia y comportamiento del carbonato contenido dentro de los cristales destruidos de olivino y, está distribuido en parches en toda la matriz de la roca en la forma de agregados granulares muy finos con aspecto túrbido, muy diferente a los grandes, claros granos de calcita en el piroxeno. Un número pequeño de fracturas, posteriormente rellenas con cuarzo en mosaico y calcita, transectan la roca, cortando indiferentemente a través de la matriz, de parches carbonatados en la matriz y de fenocristales. El espécimen está en el límite entre andesitas y basaltos; es fuertemente feldespático y posee la característica fábrica hialopilítica de la andesita; los componentes ferromagnesianos son piroxeno y olivino, y el feldespato es labradorita. Esencialmente es una andesita basáltica. La figura 12 ilustra esta roca.



FIG. 12 – *Río Coca No. 17* – Andesita basáltica. Microfotografía, en luz ordinaria, mostrando pequeños microlitos de labradorita con estructura de flujo, y uno de los completamente alterados fenocristales de olivino. Estos consisten en agregados mixtos de limonita, carbonato y calcedonia, pseudomorfos después de olivino. ×24.

Serie Río Misahuallí

Alrededor de sesenta y dos millas en línea recta aérea hacia el suroeste de los volcánicos del Río Coca, y además subyaciendo casi horizontal a los sedimentos, algunos de estos de edad Albiense probada, existe otra serie de volcánicos alterados de desconocido espesor; su base no está expuesta. Estos afloran en la parte baja de otro profundo cañón, el del Río Misahuallí, a una elevación de 1500 pies.

Cerca de 100 pies de estas rocas están expuestas en la superficie del río. En esta localidad, calizas marinas de edad Albiense están separadas de los subyacentes volcánicos por alrededor de 400 pies de arenisca, la cual está ausente en el Río Coca en el mismo horizonte. No sabemos si sedimentos pre-albienses están presentes o no. Al igual que en la Serie Río Coca, los volcánicos subyacentes representan flujos y tobas, ahora muy alterados, todos ellos, seguramente, más antiguos que el Albiense.

- **La *Muestra No. 73.*** La roca, que subyace inmediatamente los sedimentos y corresponde al horizonte de la andesita basáltica (Espécimen No. 17) del Río Coca, está expuesta en acantilados compuestos por una roca masiva de color rosado grisáceo a amarillo, rayada. La muestra, recolectada en octubre 11, 1921, fue obtenida de un lugar ubicado a casi tres millas hacia abajo de la desembocadura del Río Hollín.

El espécimen es algo fragmental perturbado y está considerablemente alterado. Los fragmentos más conspicuos son aquellos en los que la alteración ha producido hematita y limonita; estos destacan pronunciadamente de los otros fragmentos más perturbados en los que la alteración ha tomado otras formas.

Los fragmentos consisten en andesita, cuya matriz intersticial está completamente alterada y fuertemente cargada de hematita, y cuyos microlitos de feldespato también están modificados; piezas alteradas de vitrófiro, algunos cargados con hematita, otros manchados por productos limoníticos; piezas de vitrófiro basáltico muy alterado; piezas de queratófiro no tan modificados; piezas de dacita con fenocristales de plagioclasa y pequeños fenocristales corroídos de cuarzo; cristales rotos de ortoclasa, ligeramente sericitizada; grandes cristales de plagioclasa de composición oligoclasa-andesina, usualmente más o menos fracturados, un poco sericitizados, manchados con limonita y cargados de hematita; cristales de biotita completamente alterados y hornblenda fracturada, casi completamente convertidos en una mezcla de hematita-limonita; y mucho cuarzo secundario en pequeños granos y en parches de agregados tipo mosaico. Cristales modificados de titanita y pseudomorfos de limonita después de pirita están escasamente distribuidos en toda la matriz. La roca, como un todo, está manchada con limonita y contiene rayas y parches de hematita, materia caolinítica y leucoxeno.

Es difícil clasificar un fragmental mixto con estas características; se considera la composición promedio de la roca como intermedia entre las riolitas y las dacitas, y por cuestiones prácticas debe ser aceptada como una toba delenítica muy modificada.

La Figura 13 muestra uno de los fragmentos más conspicuos, que destaca prominentemente de los fragmentos más perturbados que lo rodean.

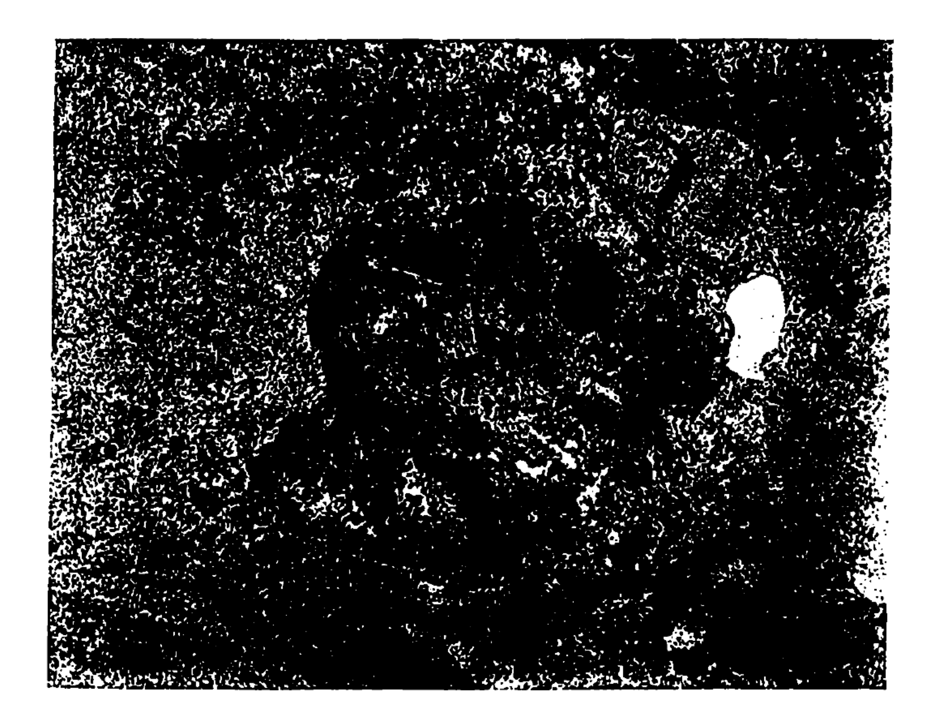


FIG. 13 – *Río Misahuallí No. 73* – Toba delenítica. Microfotografía, en luz ordinaria, mostrando uno de los más prominentes fragmentos andesíticos, y otros fragmentos mucho más perturbados, debido a la extensa alteración. El pequeño parche blanco en la derecha es un fragmento grande de cuarzo. ×24.

- **Los *Especímenes A y 69,*** fueron recolectados inmediatamente bajo la toba delenítica (Muestra 73) recién descrita, dos millas hacia arriba del río Misahuallí, y alrededor de una milla debajo de la desembocadura del río Hollín.

- **La *Muestra A*** tiene una matriz felsítica de grano fino en la que los microfenocristales de feldespato están distribuidos. La ortoclasa, micropertita y plagioclasa que tiene la composición de oligoclasa-albita, a la medida que pudo determinarse, están todas representadas por pequeños cristales de feldespato. Todos han sido más o menos modificados. Los ferromagnesianos están casi ausentes en la roca; los pocos cristales consisten en biotita decolorada con pequeños gránulos de zoisita y parches de leucoxeno.

Xenolitos muy pequeños están escasamente distribuidos en toda la matriz, la cual es variable en su hábito de sitio en sitio; pero esta característica está perturbada debido a la alteración y al desarrollo de un cuarzo secundario fino.

La roca es, indudablemente, tobácea, o en realidad fragmental; tiene la composición general de una traquita, pero carece de la estructura característica de las verdaderas traquitas. Es en esencia una ceniza traquítica fuertemente indurada y modificada, o un felsófiro traquítico tobáceo alterado con una textura extremadamente fina.

La textura fina de la roca, su condición de alteración, y la abundancia de cuarzo secundario fino, se muestra en la Figura 14.

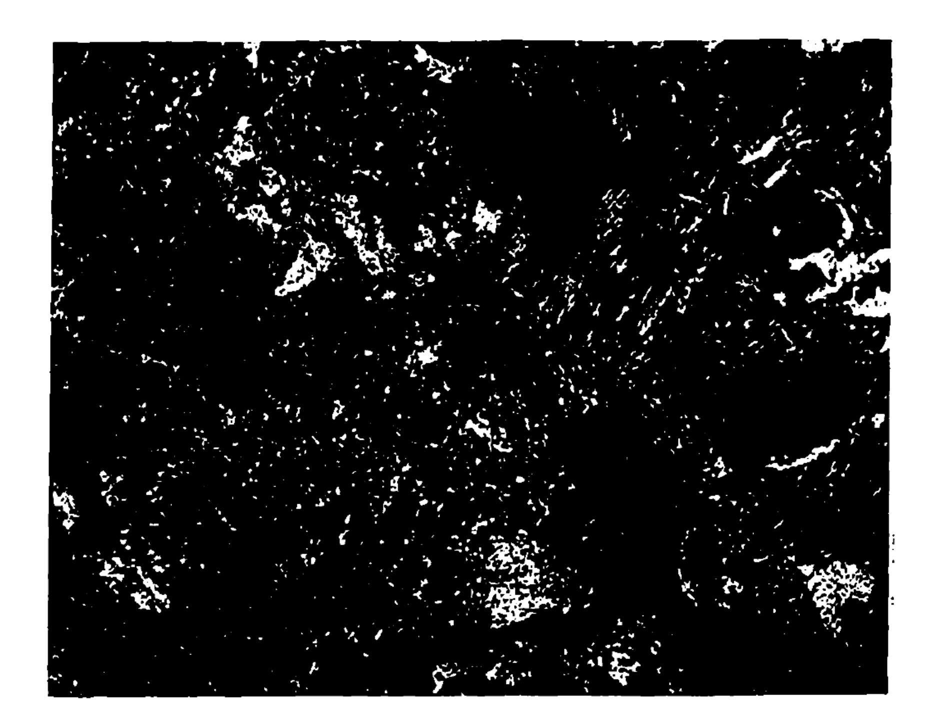


FIG. 14 – *Río Misahuallí No. A* – Felsófiro traquítico tobáceo alterado e indurado. Microfotografía, en nícoles cruzados, mostrando la condición de fuerte silicificación de la roca. La mayor parte de los pequeños puntos blancos son cuarzo de origen secundario. Los grandes parches blancos son feldespatos, los parches negros irregulares son agujeros en la sección. ×60.

- **La *Muestra 69*** es también felsítica fina, con pocos microfenocristales de feldespato completamente caolinizados y ocasionalmente cristales de biotita decolorados y completamente modificados, distribuidos en toda la matriz, la cual se compone en mayor parte de un agregado entrelazado de feldespato alcalino microgranular, micrográfico en algunos sitios, ligeramente sericitizado, que contiene diminutos, escasos parches de carbonato y un poco de cuarzo secundario.

La roca está veteada con calcita, a la cual se le asocia un poco de pirita, y lo que parece haber sido siderita que ha sido completamente alterada a una mezcla de hematita roja-negra y carbonato.

Esta muestra es en esencia igual a la Muestra A en su composición general, pero la matriz es mucho más uniforme tanto en la estructura como en la textura, y no hay indicios de un hábito fragmental. Esencialmente es un felsófiro traquítico.

Algunas de las características mencionadas se ilustran en la Figura 15, la cual indica el carácter microgranular de la matriz y un pequeño cristal de feldespato caolinizado y ligeramente sericitizado.

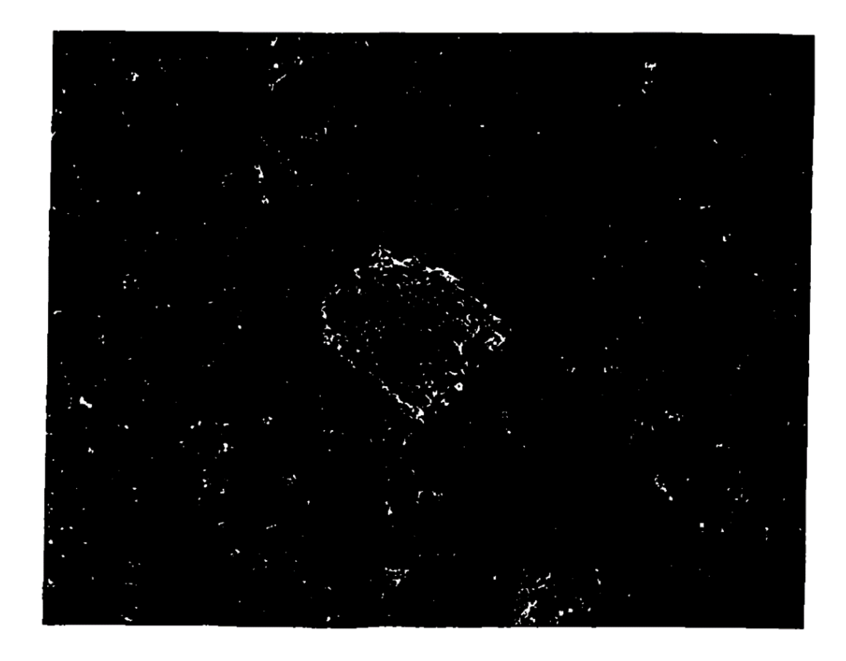


FIG. 15 – *Río Misahuallí No. 69* – Felsófiro traquítico alterado. Microfotografía, en nícoles cruzados, mostrando fenocristales de feldespato alterado y matriz microgranular de feldespato. ×60.

- ***Los Especímenes 71, 71-a, 71-b y 72*** representan a las Formaciones más inferiores estratigráficamente que se encuentran en el río Misahuallí. Las muestras fueron tomadas de un afloramiento a lo largo del río, alrededor de 2 millas abajo de la desembocadura del río Hollín. Aquí las rocas buzan 10° al Oeste, río arriba. En el campo, la exposición a la meteorización lo asemeja mucho a un conglomerado, que contiene "pebbles" redondeados de hasta 2 a tres pulgadas de diámetro. Estos "pebbles", sin embargo, son rellenos amigdaloides en un basalto, inicialmente, en extremo poroso.

- **Las** ***Muestras 71, 71-a, 71-b*** son especímenes diferentes tomados de la misma Formación. La roca está compuesta por pequeños listones de plagioclasa y algunos cristales grandes del mismo tipo, todos considerablemente modificados. La alteración es saussurítica, consiste en parches de sericita, clorita y zoisita microgranular extremadamente fina distribuida en un nuevo y más ácido feldespato, en comparación al que originalmente conformaba los listones.

Cristales mucho más grandes, de dimensiones fenocristalinas, han sido alterados en agregados tipo mosaico de cuarzo, mezclados con una mica ligeramente verde, todo esto forma un agregado pseudomórfico hermoso, a partir del cual se deduce que en un inicio fue piroxeno. Pequeños cristales de olivino, que ahora consisten en una compleja alteración de varias formas de serpentina, mezclada con carbonato, están escasamente diseminados por toda la matriz, la cual se compone de vidrio básico color café, en la que se distribuyen todos los cristales alterados anteriormente mencionados. Algunas de las vesículas están rellenas de cuarzo en la forma de agregados tipo mosaico y de calcedonia con textura de pluma, mezcladas, en algunos casos, con carbonato y zeolitas; otras están rellenas de carbonato. El cuarzo y la calcedonia forman la mayor parte de los rellenos, de modo que, las amígdalas redondas y ovoides (son mucho más resistentes a la meteorización que la roca por sí misma), han sido meteorizadas en el relieve, dándole a la roca, en el campo, un aspecto de conglomerado.

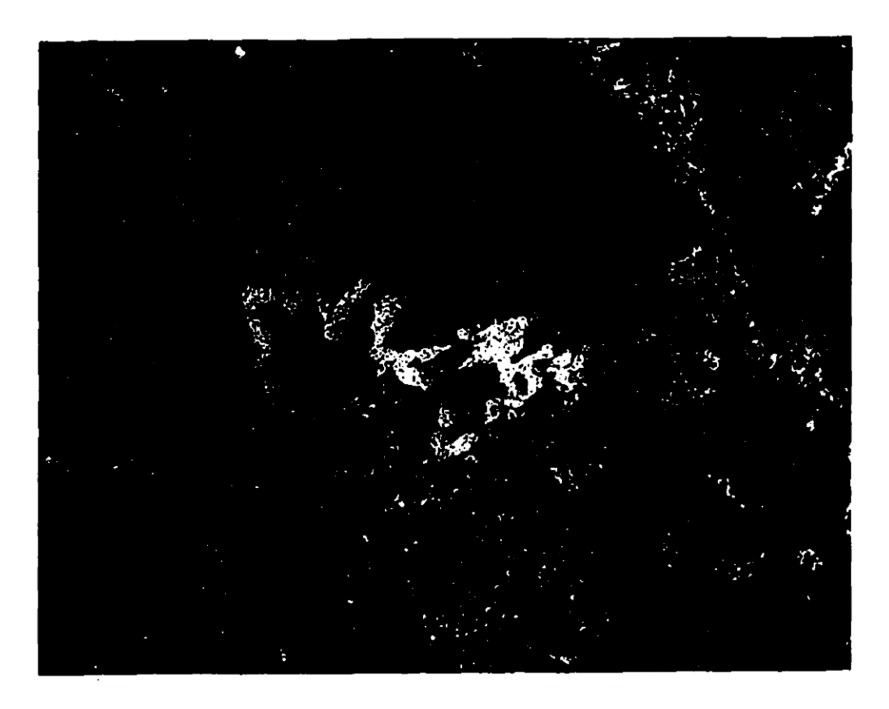


FIG. 16 – *Río Misahuallí No. 71* – Amigdaloide basáltico alterado. Microfotografía, en nícoles cruzados, mostrando amígdalas ovoides o lenticulares de agregados de cuarzo, pseudomorfos de cuarzo después de piroxeno, feldespato completamente alterado y una matriz vítrea negra alterada. ×21.

Pequeños cubos de pirita, algunos aún inalterados, otros parcialmente y otros completamente convertidos en limonita, están asociados con el pseudomorfo agregado tipo mosaico de cuarzo después de piroxeno previamente mencionado, y con vetillas de una mezcla de cuarzo-calcedonia que atraviesan la roca, las cuales también contienen un mineral metálico negro de algún tipo no determinable en sección delgada. Cavidades en extremo irregulares, evidentemente producto del lixiviado, están rellenas del agregado de cuarzo-calcedonia, similar al que rellena las vesículas primarias. La matriz vítrea, básica, de color café, está alterada en un producto translúcido, blanco en luz reflejada, y, presumiblemente, de naturaleza caolinítica; aunque la matriz "vítrea" es aún café en luz transmitida.

La roca es un amigdaloide basáltico alterado, vitreo, con un origen vesicular muy particular, sus amígdalas son de tamaño considerable.

- **La *Muestra 72 (a-b y c)*** fue obtenida en la misma localidad de la Muestra 71, y representa la misma Formación. Es similar a la No. 71 en composición, estructura y efectos de alteración, pero el carbonato, como producto secundario, es mucho más prominente que en la No. 71. Cavidades irregulares (ahora rellenas), generadas por lixiviación, son más numerosas en esta muestra, pero, de todas formas, no es tan diferente.

La plagioclasa está muy alterada y el piroxeno y olivino original están completamente destruidos; ahora están representados por un complejo agregado pseudomórfico que consiste en cuarzo, carbonato, serpentina y productos limoníticos, la matriz vítrea inicial está más o menos caolinizada y manchada con limonita. Las Figuras 16 y 17 ilustran diferentes especímenes de esta roca.

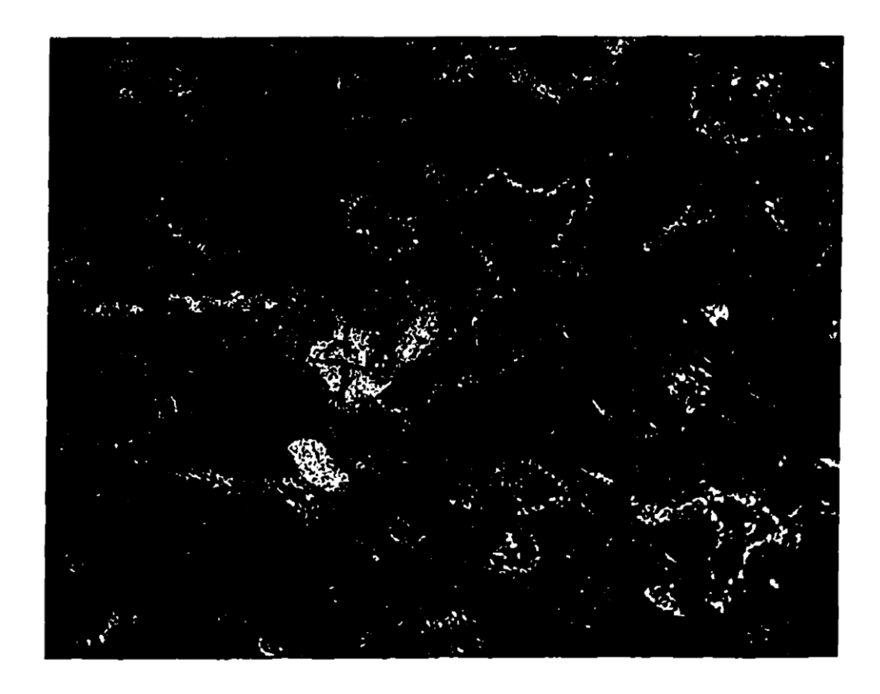


FIG. 17 – *Río Misahuallí No. 72-b* – Basalto amigdaloide alterado. Microfotografía, en nícoles cruzados, mostrando cavidades formadas por lixiviación, rellenas en parte con calcita y en parte con material fino serpentinoso; listones de feldespato completamente alterados distribuidos en una matriz, oscura, vítrea y alterada. ×21.

Serie Río Jandache

El tercer lugar donde la base de los sedimentos y las subyacentes rocas ígneas fueron encontradas se ubica a casi 20 millas al norte de la ocurrencia del río Misahuallí y a casi 50 millas en línea aérea al suroeste de la localidad del río Coca.

Aquí los sedimentos terminan contra las montañas Guacamayos a una elevación de 4000 pies sobre el nivel del mar. Forman acantilados en el valle del río Jandache, donde la ruta de Quito al río Napo corta el valle.

La presencia de estos sedimentos y las rocas ígneas subyacentes, similares en características a las rocas volcánicas y sedimentos sobreyacentes asociados encontrados en el río Coca y en el río Misahuallí, proporciona evidencia adicional a la existencia de una ampliamente distribuida serie sedimentaria que yace en inconformidad sobre una serie de rocas ígneas de tipo volcánico superficial, alteradas y mucho más antiguas.

- **El *Espécimen B***, recolectado de los acantilados, debajo de los sedimentos del río Jandache, es una lava porfirítica, esferulítica y desvitrificada, con una composición intermedia entre riolita y dacita.

Inicialmente la roca fue un vidrio porfirítico con esferulitas, pequeños fenocristales de oligoclasa y ortoclasa, pequeños cristales de biotita ahora completamente decolorados y manchados con magnetita, limonita, leucoxeno y hematita, y multitudes de cristalitos distribuidos por toda la matriz originalmente vítrea en líneas de flujo en remolino. La matriz originalmente vítrea consiste en un agregado estrechamente entrelazado, inusualmente grueso, desvitrificado, compuesto por cuarzo y feldespato, que tiene trazas de esferulitas reemplazadas y donde las líneas y secuencias de cristalitos pasan ininterrumpidamente.

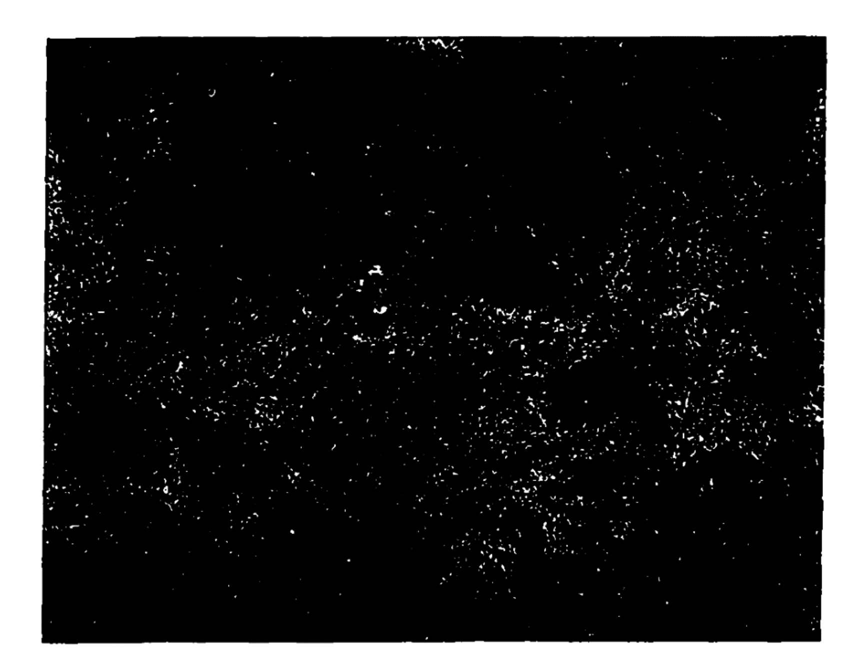


FIG. 18. – *Río Jandache No. B* – Vitrófiro delenítico alterado y desvitrificado. Microfotografía, en luz ordinaria, mostrando una matriz originalmente vítrea, fina, microlítica, con estructura de flujo y trazas de esferulitas, y un fenocristal de ortoclasa alterada. ×25.

Los fenocristales de feldespato están ligeramente caolinizados y salpicados con pequeñas escamas de sericita. Algunos pequeños cristales de hornblenda en la matriz han sido completamente destruidos por el ataque de la alteración, de modo que sólo se preservan sus bordes. Ahora estos consisten en un agregado de cuarzo mezclado con pequeña mica escamosa y limonita. La roca es un vitrófiro delenítico desvitrificado de grano grueso. Algunas de las características mencionadas se muestran en las Figuras 18 y 19.

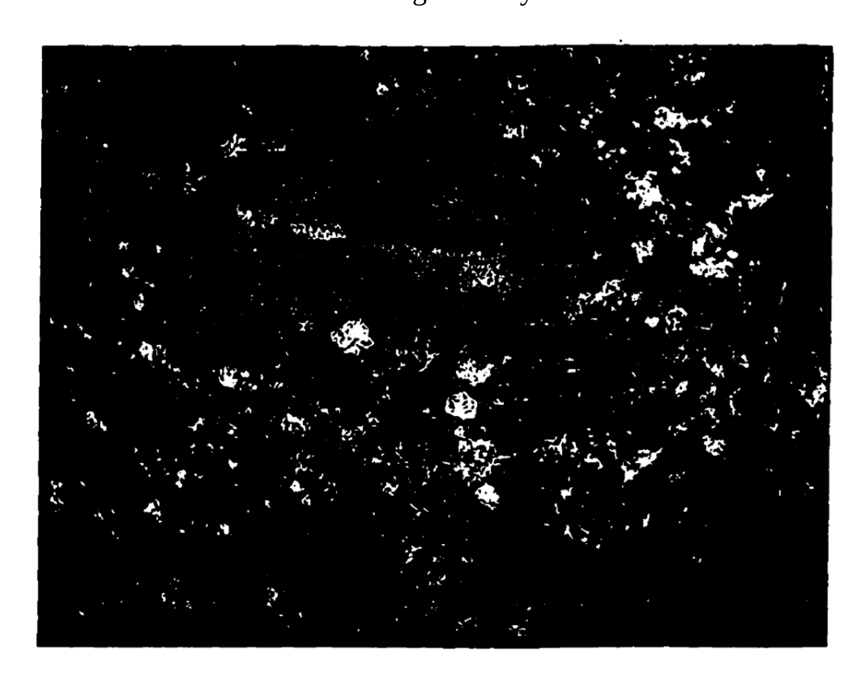


FIG. 19 – *Río Jandache No B* – Microfotografía, mismo campo visto en la Fig 18, nícoles cruzados mostrando la desvitrificación completa de la antigua matriz vítrea, y fenocristales alterados de ortoclasa. ×21.

b. Rocas ígneas de probable edad pre-Albiense

Serie Río Pastaza

En la garganta del río Pastaza, entre la desembocadura del Río Topo, que se encuentra a una altura de 4000 pies, y el pueblo de Mera, 3800 pies sobre el nivel del mar, 47 millas y 56 millas, respectivamente, por el camino desde la ciudad de Ambato, hay un estrecho cinturón de rocas ígneas de nueve millas de ancho, que se extiende entre las exposiciones de los sedimentos, en un extremo en la desembocadura del río Topo y en el otro justo al este del pueblo de Mera.

Los sedimentos del río Topo son calizas, lutitas y areniscas, que contienen fósiles. Se hizo una buena colección de ellos, pero desgraciadamente se perdió en el camino. Creemos que estas rocas son del Cretácico. Buzan hacia el oeste con un ángulo de 55°, con un rumbo casi norte-sur. Los sedimentos al este del pueblo de Mera son cretácicos.

En la orilla este del río Topo hay bloques de granito rojizo, y hay exposiciones de este granito en el arroyo Zuñac, que se encuentra a una milla al este. El granito puede rastrearse hasta una cabaña llamada "Tamba de Cashaurcu", a 7.75 millas por sendero desde el río Topo, y situada a una altura de 4674 pies sobre el nivel del mar. En medio del granito, que aparentemente forma la superficie casi hasta el pueblo de Mera, y entre una alta cresta hacia el este conocida como Abitagua y un punto a una hora y media de camino desde la cabaña llamada Cashaurcu, hay un afloramiento de roca ígnea de tipo volcánico superficial, que se asemeja a las rocas pre-albianas descritas previamente de los ríos Coca, Misahuallí y Jandache.

Dado que esta exposición no está directamente asociada a ninguno de los sedimentos, se desconoce la edad de estos volcánicos.

- **Los *Especímenes 7a y 7c*** se obtuvieron en la exposición mencionada, en el lado norte del valle del Pastaza, a unas tres millas al oeste de Mera.

- **La *Muestra 7a*** es felsítica gruesa en textura. Está compuesta, dominantemente, por feldespato alcalino y cuarzo, en un hermoso intercrecimiento micrográfico ocasionalmente de granos individuales, alotriomórficos, ligeramente más grandes de cuarzo y de pequeños parches de agregados tipo mosaico de cuarzo, todo esto formando más del 95 por ciento de la roca. Pequeños fragmentos de biotita cloritizada y pocos cristales cloritizados del mismo mineral, pero de dimensiones fenocristalinas, están esparcidos en toda la matriz, en conjunto con un pequeño agregado en parches de zoisita-epidota. Lo más notable acerca de esta roca es su estructura micrográfica. Diminutos, euhédricos cristales de plagioclasa, de composición oligoclasa, están en un estilo poiquilítico en zonas micrográficas individuales, en diferentes secciones que extinguen distinto, de modo que, las unidades micrográficas simulan unas toscas y extremadamente gruesas esferulitas.

La roca es una riolita en cuanto a su composición, aunque carece de la estructura de flujo.

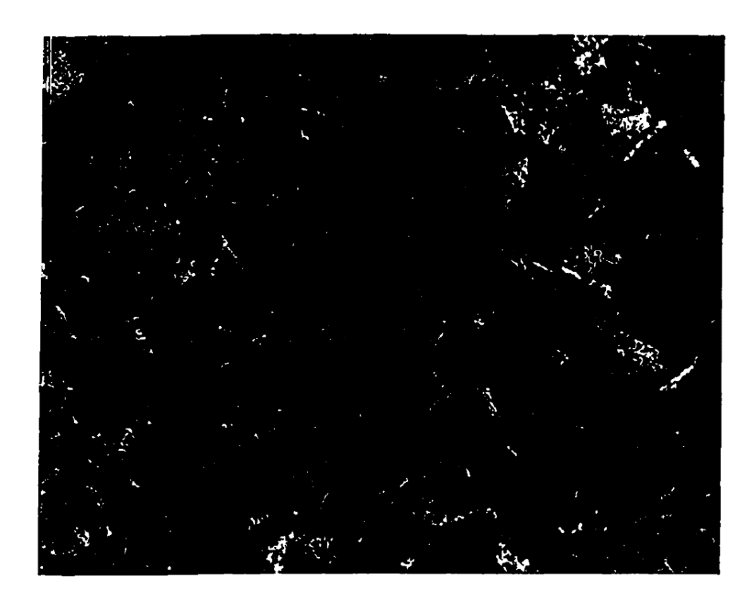


FIG. 20 – Valle de Pastaza No 7a – Riolita. Microfotografía, en nícoles cruzados, mostrando la fina matriz micrográfica de cuarzo-feldespato que contiene pequeños, euhedrales listones de oligoclasa en las áreas micrográficas, y granos anhedrales de cuarzo. ×60.

- **La *Muestra 7c*** tiene una textura más fina que la No. 7a, y carece de la notable estructura micrográfica que tiene el otro espécimen. La matriz consiste en un agregado fino, contiguo, entrelazado de feldespato alcalino, que tiene numerosas escamas de sericita. Tanto la ortoclasa como la plagioclasa ácida están como fenocristales, así también los cristales corroídos de cuarzo. Pocos cristales decolorados de biotita, manchados con pequeños parches de leucoxeno, representan al otro componente en la roca. Al igual que la No. 7a, este espécimen es una simple riolita, que carece de estructura de flujo. Las figuras 20 y 21 ilustran estas dos rocas.

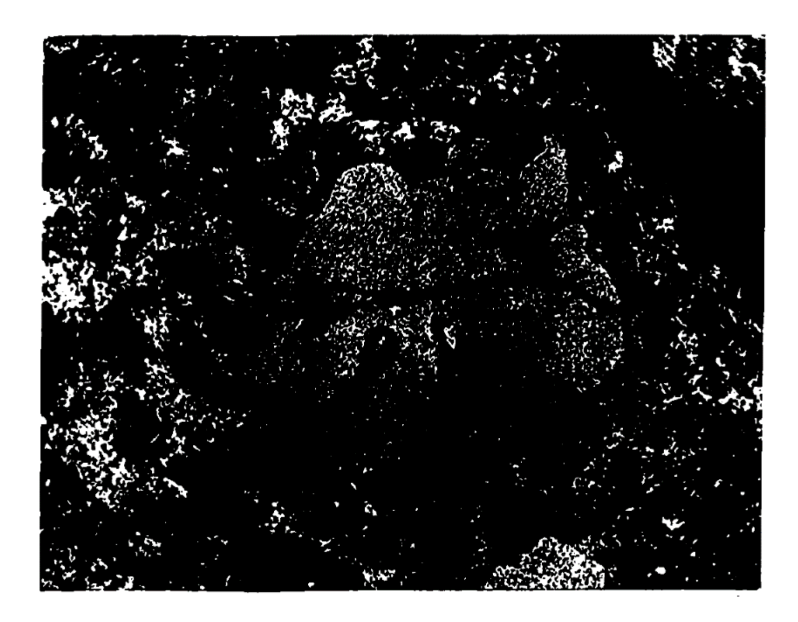


FIG. 21 – *Valle de Pastaza No. 7c* – Riolita. Microfotografía, en nícoles cruzados, mostrando fenocristales de cuarzo parcialmente resorbidos, y una matriz de finos agregados, entrelazados, microcristalinos de feldespato, más o menos sericitizados. ×60.

Serie "Cordillera" Guacamayos

- ***Especímenes A, B y C***. Alrededor de doce millas, en línea aérea, al sur del pueblo de Baeza en un camino hacia el Río Napo, existe una prominente pero estrecha elevación cuya cresta se eleva hasta 7870 pies sobre el nivel del mar. Seis millas al sur de esta cima, en la base de la elevación, el camino cruza el Río Jandache, donde, como se mencionó anteriormente, los sedimentos pre-albienses terminan en la pendiente sur del valle y están subyacidos por volcánicos alterados.

Las rocas de la "Cordillera" Guacamayos, probablemente de la misma edad que los volcánicos pre-albienses, están muy meteorizadas, oxidadas, moteadas de color café y blanco, además contienen puntos blancos gredosos.

- Aunque **el *Espécimen A*** está demasiado alterado, existen trazas distintivas que permanecieron de la anterior textura y estructura. Es porfirítica gruesa, con grandes fenocristales de plagioclasa alterada y maclas Carlsbad de feldespatos alcalinos distribuidos en una matriz cristalina moderadamente gruesa compuesta por pequeños listones de plagioclasa alterada y láminas de biotita decolorada. Grandes cristales de biotita, de dimensiones fenocristalinas, están, de la misma forma, distribuidos en toda la roca. La mayoría de feldespatos están completamente alterados; todo ha sido sericitizado y mucho ha sido albitizado. La roca ha sido inundada de cuarzo y albita, al punto que, la matriz original de listones de feldespatos (ahora completamente modificados en su composición), están distribuidos en un mosaico, de textura más gruesa, de albita y cuarzo, la cual está rellena con "polvo", que delinea las formas del feldespato anterior, así también de burbujas e inclusiones líquidas.

En algunas partes puede ser observado maclado tipo albita en fenocristales de feldespato, pero los fenocristales de feldespatos claros están atestados de burbujas e inclusiones líquidas; estos feldespatos se consideran como un reemplazamiento tardío de albita. Toda la biotita está decolorada, completamente o en gran parte, con el desarrollo de mica incolora, brillantemente polarizante; una mica pleocroica ligeramente verde que también es brillantemente polarizante, un poco de titanita granular, y un poco de leucoxeno. Delgadas escamas de clorita también son producto del mismo proceso.

No hay evidencia de trituración o cizallamiento, pero la roca está totalmente modificada por procesos que estuvieron bajo control ígneo, lo que permitió considerar como indicador a la extensión de este tipo de modificación, esta roca pertenece al grupo más antiguo; es decir, probablemente es más antigua que las lavas andinas (pre-cuaternarias). La meteorización produjo sustancias limoníticas y caoliníticas, subsecuentes a la modificación de la roca por el reemplazamiento metasomático de cuarzo y albita. Un poco de cuarzo podría ser primario, especialmente en áreas dispersas donde tiene una distribución intersticial. Sin embargo, es casi imposible diferenciar entre el cuarzo original y aquel asociado con la albita como reemplazamiento. Hasta donde es permitido juzgar, la roca es un pórfido monzonítico, bastante modificado y extensamente meteorizado, o algún tipo muy relacionado.

- **La *Muestra B***. Este espécimen tiene fenocristales de cuarzo con golfos de corrosión, en muchos casos rodeados por, y en todos los casos conectados e invadidos por feldespato esferulítico muy grueso, que está asociado no solo con los fenocristales de cuarzo, sino que también tiene una estrecha relación con los fenocristales de feldespato. Esferulitas mucho más pequeñas de la misma composición están distribuidas en toda la matriz de cuarzo-feldespato granular.

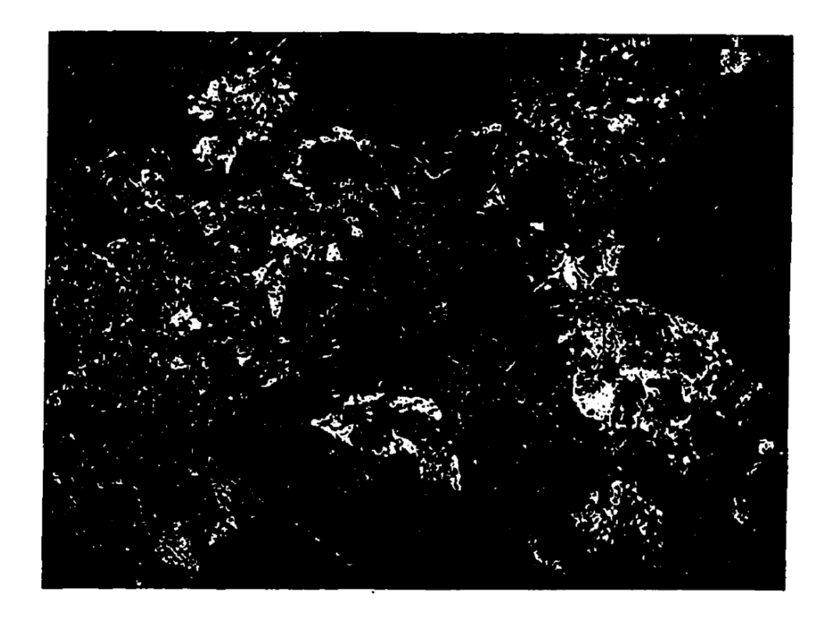


FIG. 22 – *Cordillera Guacamayos No B* – Granófiro esferulítico. Microfotografía, en nícoles cruzados, mostrando una matriz granular de cuarzo y feldespato, fenocristales de feldespato alterado y un área esferulítica con centro de cuarzo. Los cristales oscuros, arriba y en la derecha de la foto, son fenocristales de feldespato alterados, muy túrbidos y sericitizados. La roca es fuertemente porfirítica. ×20.

Los feldespatos, tanto como fenocristales como en la matriz, están casi completamente alterados, en parte a una sericita fina escamosa; en parte a un producto granular fino de color blanco opaco, que causa que el feldespato se vea muy oscuro y turbio en luz transmitida, probablemente es una forma de caolinita; y en parte por una sustancia isotrópica, transparente, de bajo índice de refracción que quizá sea halloysita (?). Los feldespatos aún tienen trazas del maclado albita y Carlsbad; se los considera que fueron en un inicio ortoclasa y plagioclasa sódica.

La biotita ha sido completamente destruida y convertida en un agregado granular de pseudomorfos de cuarzo, epidota, clorita, magnetita y leucoxeno. La meteorización superficial ha producido mucha limonita, la cual se formó a expensas de algo de biotita, además está distribuida en pequeñas fracturas de la roca. La halloysita (?) y el otro producto blanco opaco de alteración de los feldespatos también se los considera como productos de meteorización superficial. La roca es un granófiro esferulítico.

La Figura 22, una microfotografía tomada con nícoles cruzados, ilustra el carácter esferulítico grueso de la roca, su hábito porfirítico, y las moderadas condiciones granulares de partes de la matriz que no son esferulíticas.

- **La *Muestra C*** ha sido mucho más afectada por la meteorización que la muestra A o la B. Es una roca granitoide cuyo feldespato, ahora casi completamente destruido, era una plagioclasa básica o moderadamente básica. Los ferromagnesianos originales han sido completamente convertidos en una agregado escamoso-fibroso, ligeramente pleocroico, café-amarilloso, brillantemente polarizante, considerado como goetita, el cual está distribuido a lo largo de los clivajes del feldespato y en el cuerpo del mismo feldespato en grupos tipo abanico de fibras, así también intersticialmente. Mucha epidota y cuarzo secundario se ha desarrollado por la alteración de feldespato, de modo que la roca consiste en gran parte de agregados secundarios y productos de meteorización. De los remanentes del material original y la naturaleza del material de alteración, la roca es un gabro o algún tipo similar.

Todas estas muestras están probablemente relacionadas a una etapa ígnea más inicial, en comparación con aquella que dio origen a las lavas posteriores. Sin embargo, no existe evidencia de alguna deformación severa que haya afectado a la serie de esquistos del grupo Papallacta.

Volcánicos Río Papallacta (pre-Albiense?)

En el medio de los esquistos del Río Papallacta, 6.7 millas al este de Papallacta, a una elevación de 8571 pies, existe un afloramiento que aparentemente es de la misma Formación de aquellos que subyacen los sedimentos albienses.

- **El *Espécimen 2b*,** representativo de este afloramiento, es una roca muy indurada, de textura muy fina y color rosáceo.

Aunque los minerales originales han sido completamente destruidos, tanto la textura como la estructura están hermosamente preservadas. Algunos de los feldespatos tipo listón y algo de la fina, intersticial, original matriz, han sido convertidos en un agregado muy fino, microcristalino cuyo índice de refracción es mayor al cuarzo asociado; se considera como caolinita microcristalina. Los componentes fémicos de la roca han sido alterados a limonita y carbonato túrbido, apareciendo en parches irregulares, pero también como pseudomorfos después de algunos pequeños prismoides del mismo tipo, probablemente hornblenda o augita. La completa destrucción de los componentes, pero al mismo tiempo la preservación de su forma y distribución original, es una característica prominente.

Existe mucho cuarzo de origen secundario como un componente notable de la roca, y éste ha reemplazado la matriz y el feldespato. A juzgar por las relaciones entre el cuarzo y la caolinita, el cuarzo se formó primero; la caolinita, en realidad, invade al cuarzo y en muchos casos ha reemplazado por completo al cuarzo secundario, de manera que los componentes de la matriz y los anteriores feldespatos están enteramente caolinizados; mientras que en otras partes el reemplazamiento de cuarzo por caolinita es parcial, los feldespatos anteriores se componen de ambos productos. En lugares donde el cuarzo es el principal medio de reemplazamiento, los feldespatos tipo listones son evidencia estructural de antiguas plagioclasas.

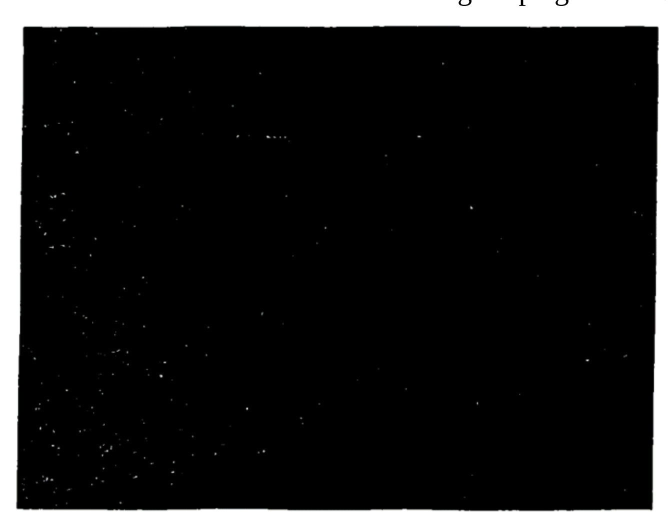


FIG. 23 – *Volcánico del Río Papallacta No. 2b* – Microfotografía, en luz ordinaria, mostrando estructura relicta. Los feldespatos son sólo “fantasmas” de los originales listones de plagioclasa. Están completamente reemplazados por cuarzo y caolinita, de modo que toda marca de ellos desaparece en nícoles cruzados. La matriz intersticial ha sido alterada a cuarzo y caolinita microcristalino fino. Los parches negros son limonita. ×24.

La roca fue, probablemente, en un inicio una andesita o algún tipo muy relacionado, la cual fue completamente silicificada y parcialmente caolinizada. Ciertamente, es posterior a los esquistos, pero, si está relacionada a algún tipo de lavas andinas tardías o no, es imposible decirlo.

La Figura 23, una microfotografía tomada en luz ordinaria, ilustra la forma de los feldespatos, ahora completamente alterados. Con nícoles cruzados, la estructura relicta (observada en luz ordinaria en la microfotografía), desaparece, un agregado microcristalino de cuarzo y caolinita toma su lugar. Debe observarse que la roca no exhibe señal alguna de deformación, y no existe evidencia de algún tipo de metamorfismo de profundidad que caracteriza a la serie de esquistos.

Muestras del Río Quijos (pre-Albiense?)

Cuestionablemente asignamos a esta categoría dos muestras del Río Quijos, Nos 11 y 12. Estas rocas son de origen dudoso y de relaciones inciertas. El Espécimen No.11 fue obtenido a lo largo del camino entre el puente de Quijos y el cable que cruza sobre el Río Quijos, una milla desde Baeza, a una elevación de 5870 pies. La muestra No. 12 vino de un afloramiento masivo en la orilla izquierda del río Quijos, cerca del cable para cruzar el río, un quinto de milla al norte de la No. 11, a una elevación de 5852 pies.

- **El *Espécimen* No.11** es una caliza brecha cuyo origen es desconocido. Se compone de un carbonato cristalino granular fino, con parches o fragmentos de carbonato cristalino muy grueso que presenta evidencia de severa trituración; granos destrozados y áreas de cuarzo, transectadas por vetillas de carbonato.

Las vetillas de carbonato cortan toda la masa de la roca, se intersecan, ramifican y forman un sistema de fracturas relleno de carbonato en una roca carbonatada que por sí misma es una brecha.

- **El *Espécimen* No. 12** es una roca serpentinizada de dudoso origen. Está compuesta por antigorita lamelar con agrupamiento heterogéneo en algunos lugares, así como en rosetas, cuchillas, hojas tipo abanico y agregados finos. Ocasionalmente, los parches se asemejan a bastita, que quizá representa un piroxeno ortorrómbico destruido en su totalidad. Adicionalmente, existe un poco de antofilita fibrosa (gedrita) y considerable cantidad de carbonato con colores de interferencia gris-acero, que podría contener hierro o talvez magnesia así también cal. Granos irregulares y grupos de granos de magnetita y pirrotina están escasamente distribuidos en toda la roca, la cual no contiene restos de las estructuras originales, a menos que las posibles áreas de bastita representen antiguos cristales de piroxeno.

Es posible que esta roca haya sido derivada de una roca ígnea básica de naturaleza peridotítica, pero no existe prueba definitiva de esto en las secciones delgadas.

c. Los Granitos

No tenemos información relacionada a la edad de los granitos del Este del Ecuador. Los encontramos en tres regiones: uno en el Río Pastaza; otro en la región al sur de la Cordillera Guacamayos, entre aquella cordillera y el Río Jandache; y el tercero en el Río Napo, unas millas debajo de Napo, donde el granito tiene una ocurrencia peculiar.

Río Pastaza

- ***Espécimen 7b***. Entre las rocas sedimentarias de edad cretácica en la desembocadura del Río Topo y la vecindad de Mera, a 4000-3800 pies sobre el nivel del mar, existe una masa de granito rojo que tiene muchas millas de extensión (la distancia por camino a través de esto está en alrededor de 10 millas). Anteriormente nos hemos referido a la presencia de riolita en medio de este granito (muestras Nos. 7a y 7c). La presencia de esta masa granítica entre dos áreas sedimentarias es peculiar; no sabemos qué relaciones existen entre el granito y los sedimentos.

La muestra del granito del Río Pastaza fue recogida entre la cabaña llamada Cashaurcu y la elevación llamada Abitagua, alrededor de tres millas al oeste de Mera en la ribera norte del Río Pastaza. La roca es notablemente gráfica, microscópicamente de textura gruesa, los granos tienen tamaños entre uno a dos milímetros. El cuarzo y el feldespato alcalino componen más del 98% de este espécimen. El feldespato consiste principalmente en ortoclasa, criptopertita, y muy poco de oligoclasa-albita. Todo es túrbido debido a la ligera caolinización, y el cuarzo está atestado con inclusiones líquidas y gaseosas. Pocos cristales pequeños de magnetita y diminutos circones representan los componentes accesorios, y, una ocasional fractura microscópica está rellena con epidota. En adición a la ligera caolinización, mucho de los feldespatos están escasamente salpicados con sericita fina escamosa y diminutos parches aleatorios de zoisita-epidota, pero en toda la roca, un típico granito gráfico, está relativamente fresco. La Figura 24 ilustra el carácter general de este espécimen.



FIG. 24 – *Granito del Río Pastaza* – Microfotografía, nícoles cruzados, mostrando estructura gráfica. Más del 98% de la roca está compuesta por cuarzo y feldespato en intercrecimiento gráfico. ×22.

Río Urcusikiyacu

- ***Espécimen a***. El camino desde la Cordillera Guacamayos en dirección sur hacia el Río Napo cruza un área de granito que se encuentra entre la base de la cordillera y el Río Jandache, donde la presencia de volcánicos alterados bajo los sedimentos albienses, que unen la pared sur del valle del Río Jandache, ha sido anteriormente mencionada. La muestra fue recogida del camino en la orilla derecha del Río Urcusikiyacu, 3.33 millas al norte del Río Jandache, a una elevación de 4630 pies sobre el nivel del mar. El espécimen del granito recolectado en esta localidad es de textura gruesa, muy inequigranular, de color claro, compuesto por cuarzo, albita, micropertita, microclina-micropertita, y un poco de biotita. Los feldespatos y la biotita tienen una incipiente alteración, y existe un tenue desarrollo de limonita en diminutas fracturas "capilares" en la roca. Existe evidencia de que los feldespatos pertíticos se originaron por reemplazamiento parcial de la anterior ortoclasa por una etapa final de albita; eso es demostrado por las extremadamente irregulares, desorientadas rayas de albita que cortan a través de los clivajes de la ortoclasa, y por la distribución intersticial y marginal de albita y cuarzo que ha producido algo de reemplazamiento marginal del primer feldespato. La roca es un simple granito biotítico

Río Napo

- ***Espécimen b.*** Una ocurrencia muy peculiar de granito se observó en el Río Napo, casi 5 millas al Sur del pueblo de Napo. En la orilla izquierda del río, en un lugar llamado "Remolino de Latas", fueron vistas calizas casi horizontales de edad Turoniana. En una colina de alrededor de 100 pies sobre la superficie del río, encontramos varios bloques, algunos de seis pies de diámetro, yaciendo sobre las calizas. Desconocemos la fuente y el origen de los bloques de granito. Tienen la apariencia de bloques transportados por glaciares o flujos de lava; podrían representar a un inlier de granito, pero esto es muy dudoso.

La muestra es un simple granito biotítico que difiere del granito de Urcusikiyacu, sólo en pequeños detalles estructurales internos, y en el grado de alteración de feldespatos. Los componentes son extremadamente irregulares en sus bordes, con un fuerte entrelazamiento de márgenes. El entrelazamiento de cuarzo y feldespato desarrolla una estructura micrográfica en algunos lugares, además existe una tendencia hacia la producción de estructuras protoclásticas en los márgenes de algunos granos. En mayor parte, los feldespatos son micropertita y ortoclasa, con un menor contenido de oligoclasa. La ortoclasa y micropertita son muy túrbidas, debido a la formación de caolín blanco-opaco, mezclado con un poco de sericita y diminutos granos de zoisita-epidota. Algo de la biotita presente ha sido alterada, en parte, a clorita. Ocasionalmente, granos aleatorios de magnetita y pocos diminutos granos de circón son los únicos accesorios.

d. Lavas cuaternarias

Todas las rocas metamórficas e ígneas descritas en las anteriores páginas hacen referencia a rocas consideradas de edad pre-Andina. Probablemente, fueron metamorfizadas y extensamente alteradas antes del levantamiento de los Andes, que ahora creemos ocurrió en el Terciario muy tardío.

Las lavas que fueron extruidas y la ceniza que fue expulsada hacia la superficie durante la formación de los Andes, y hasta el presente día, se caracterizan por la carencia de alteración. El componente mineral está siempre, perfectamente fresco. Donde se puede examinar los flujos de lava que aún no han sido erosionados, es posible reconocer esas lavas sin algún estudio petrográfico.

Anteriormente nos referimos a las lavas del volcán Sumaco, las cuales, durante la apertura del orificio en los sedimentos cretácicos y durante la actividad del volcán, fueron vertidas en los alrededores de las rocas cretácicas. Las lavas del Sumaco han sido descritas (*1*), pero hasta ahora, desafortunadamente, nadie ha sido capaz de recolectar muestras de las lavas del volcán "El Reventador", el cual reinició su actividad en 1926 en el Río Coca.

Aparte de estos dos centros de actividad volcánica, en lo que ha sido considerado como una región separada de los Andes, es posible que otras lavas cuaternarias y recientes hayan sido derramadas en la superficie en otras localidades aún no descubiertas. En 1921 notamos bloques de lava fresca en muchos lugares sobre los sedimentos; en el Río Misahuallí, de nuevo en la división entre el Río Anzu y Río Puyo a casi 400 pies de elevación; y en el Río Ila unas pocas millas al norte del pueblo de Napo.

Las muestras aquí descritas representarían a las partes bajas de los recientes flujos de lava del volcán Antisana.

- **La *Muestra No. 10*** fue recolectada en el camino de Papallacta a Baeza, en un punto a 16.3 millas al este de Papallacta y a una elevación de 6290 pies sobre el nivel del mar. Es una roca vesicular color gris muy oscuro, ligeramente porfirítica, un poco oxidada debido a la meteorización. La matriz se compone de pequeños microlitos de plagioclasa básica fresca, toscamente orientada en una estructura de flujo y distribuida en una mesostasis de vidrio oscuro alterado, el cual está relleno de multitud de manchas de óxido de hierro. Adicionalmente, existen gránulos de olivino parcialmente alterado, gránulos de augita y pequeños cristales de magnetita. Dispersos por toda la matriz existen, algo más grandes, pero no fenocristalinos, cristales de labradorita, olivino y augita. La roca también tiene fenocristales de labradorita zonada, bien definida, comúnmente muy corroída y rellena de una masa que está distribuida local- y heterogéneamente en el feldespato; y cristales de augita, algo euhedrales, otros exhibiendo corrosión, con el desarrollo de márgenes casi incoloros algo brillantemente polarizantes, muy distintos de la parte principal de los cristales. La augita es levemente pleocroica verde-grisácea a rojo-rosado, ópticamente positiva, $Z \wedge c = 38°-10°$, y tiene una dispersión distinta. La roca es un basalto, no-afectado por movimientos dinámicos y con muy pocos rastros de meteorización. Seguramente es más joven que el esquisto, y quizá aún más joven que la andesita silicificada y caolinizada No. 2-b que se encuentra en la vecindad de Papallacta. Esto, sin embargo, es puramente conjetural. Probablemente la lava pertenece a algún volcán cercano.

- **El *Espécimen 2*** representa una ocurrencia cerca de Chalmayaca, 9000 pies hacia el sur del final del camino a Baeza. Es de color gris muy oscuro, textura fina y porfirítica, con fenocristales de aspecto "gredoso".

La matriz es hialocristalina, rellena con muchos microlitos diminutos de plagioclasa, agrupados en una estructura de flujo; además contiene parches irregulares de un material claro, de bajo índice de refracción, compuesto por tridimita en forma de su característica macla en "cuña" o "cabeza de lanza". Los fenocristales son de plagioclasa clara, y de hornblenda y biotita completamente alteradas. La plagioclasa está pobremente maclada, pero fuertemente zonada; la zonación es tan prominente y el cambio en la composición tan continua, que los fenocristales de plagioclasa no extinguen por completo en cualquier posición

A juzgar por los índices de refracción, considerablemente más altos que el bálsamo, y extinciones aproximadas (no se encuentra una extinción completa) medidas a partir del clivaje, los fenocristales de feldespato tienen una composición promedio correspondiente a una andesina básica. Están veteados con un material isotrópico cuyo índice de refracción es considerablemente menor que 1.535, asemejándose a la analcita (?), clara e incolora en luz transmitida, pero un poco opalescente en luz reflejada.

Los fenocristales de hornblenda y biotita han sido completamente convertidos en finos agregados mixtos de magnetita y hornblenda. Un poco de magnetita como granos euhedrales, un poco de pequeños cristales de augita fresca, y ocasionalmente cristales túrbidos de apatito, conforman los minerales accesorios.

La roca no ha sido sometida a algún esfuerzo de deformación; es una simple andesita con una simple historia, mucho más joven que los esquistos, y posiblemente relacionada en tiempo y origen al basalto No.10.

V. BIBLIOGRAFÍA

(*1*) COLONY R. J. and SINCLAIR JOSEPH H. (1928) The lavas of the volcano Sumaco, Eastern Ecuador [Las lavas del volcán Sumaco, Este del Ecuador], South America. Amer. Jour. Sci., XVI. Pp. 299-312

(*2*) REISS WILHELM (1870-1874) Die Älteren Gesteine der ecuatorianischen Ost-Cordillere, Ecuador [Las antiguas rocas de la Cordillera Occidental ecuatoriana, Ecuador]. Berlin, 1901-1904, pp- 187-304.

(*3*) REISS WILHELM and STÜBEL ALPHONS (1870-1874) Reisen in Südamerika. (Das Hochgebirge der Republik Ecuador. Petrographische Untersuchungen) [Viajes en Sudamérica (La Cordillera de la República del Ecuador. Investigaciones petrográficas)]. Berlin Reiss Wilhelm: Ecuador 1870-1874, Berlin 1901-1904

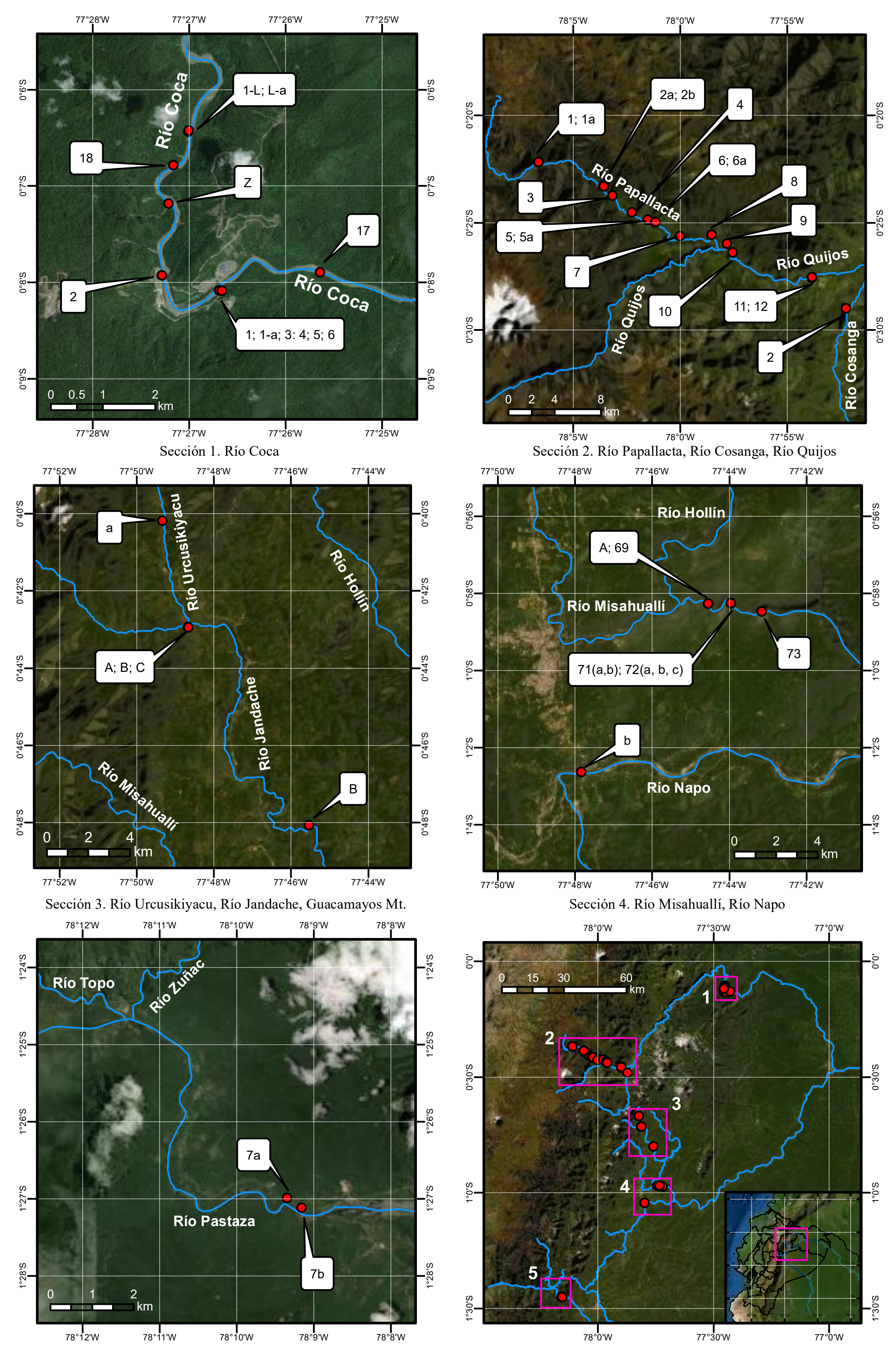
(*4*) JOSEPH SINCLAIR H. (1929) In the land of cinnamon. A journey in Eastern Ecuador [En la tierra de la canela. Un viaje en el Este del Ecuador]. The Geographical Review, New York, XIX, pp. 201-207.

(*5*) JOSEPH SINCLAIR H. and WASSON THERON (1923) Explorations in Eastern Ecuador. [Exploraciones en el Este del Ecuador]. The Geographical Review, New York, XIII, pp. 190-210

(*6*) WASHINGTON H. S. (1917) Chemical analyses of igneous rocks [Análisis químico de rocas ígneas]. Professional paper 99, U.S.G.S.

(*7*) WASSON THERON and SINCLAIR JOSEPH H. (1927) Geological explorations east of the Andes in Ecuador [Exploraciones geológicas al Este de los Andes en Ecuador]. Bulletin of the American Assoc. Of Petroleum Geologists, Tulsa, IX, pp. 1253-1281.

Posible ubicación de las muestras



Sección 1. Río Coca

Sección 2. Río Papallacta, Río Cosanga, Río Quijos

Sección 3. Río Urcusikiyacu, Río Jandache, Guacamayos Mt.

Sección 4. Río Misahuallí, Río Napo

Sección 5. Río Pastaza, Río Topo, Río Zuñac

Ubicación de las secciones

[American Geographical Society, Geographical Review, Vol. 22, No. 4, pp. 677-678]

ERUPCIONES DEL VOLCÁN TUNGURAHUA EN ECUADOR

por

JOSEPH H. SINCLAIR

Traducción al español por Stalyn Paucar

El hermoso volcán nevado Tungurahua se encuentra en las pendientes orientales de los Andes, a casi cincuenta millas al sur del Cotopaxi. Una interesante descripción de sus erupciones, las cuales están entre las más conocidas en el Ecuador, ha sido escrita por Nicolás G. Martínez, del Observatorio de Quito ("Las grandes erupciones del Tungurahua de los años de 1916-1918", Quito, 1932). La primera erupción de la cual se tiene una prueba histórica es aquella de 1773, después de la cual el volcán permaneció dormido hasta la gran erupción de 1886. Luego, con la excepción de la emisión de una decreciente cantidad de gases, el volcán estuvo en calma hasta Marzo 3, 1916, cuando ocurrió una violenta erupción. Su actividad continuó hasta Marzo 11 y casi después de un mes, Abril 13, tuvo lugar la erupción final. No hubo más erupciones hasta Enero 5, 1918. En Febrero 10, Marzo 15, Abril 5, Mayo 18, Junio 25, y Noviembre 16, 1918, hubo violentas erupciones.

Martínez describe a estos eventos, los cuales él personalmente observó entre 1916 y 1918, y especialmente a las nubes ardientes (*fiery clouds*), las cuales por primera vez él notó en Ecuador, posterior al descubrimiento de Lacroix del mismo fenómeno (*nuée ardente*) en Pelée en 1902. Él considera que esto ha ocurrido en anteriores erupciones en el Ecuador, pero no han sido reconocidas, siendo confundidas con los efectos de verdaderos flujos de lava.

La ceniza de la erupción del Tungurahua del 16 de Marzo de 1916 llegó hasta el Océano Pacífico, a 240 kilómetros de distancia. Martínez calcula que la cantidad de ceniza que cayó sólo en la provincia de Tungurahua es de 26000000 de metros cúbicos.

Referencia bibliográfica

SINCLAIR JOSEPH H. (1932) Eruptions of the volcano Tungurahua in Ecuador. [Erupciones del volcán Tungurahua en Ecuador]. American Geographical Society, Geographical Review, Vol. 22, No. 4, pp. 677-678. En Paucar Stalyn (2022) Compilación de los trabajos de Joseph H. Sinclair, Roy J. Colony, Theron Wasson y Charles P. Berkey, 1923-1932, Quito, p. 191.

